

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »
ALBERT EINSTEIN

Université Cheikh Anta Diop de Dakar
(U.C.A.D.)
DEPARTEMENT DE SCIENCES PHYSIQUES



FASCICULE DE
FASCICULE DE
SCIENCES PHYSIQUES 3^e

Présenté par :

Monsieur IBRAHIMA COLY PROFESSEUR DE M.S.P

E-mail : icol77@gmail.com / Tel : 77 030 41 46

M. IBRAHIMA COLY PCEMG en M. S. P 06 / 07 / 2022

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

EXEMPLE DE FORMAT DE FICHE PEDAGOGIQUE

<u>ETABLISSEMENT</u>	<u>CHIMIE</u>		<u>DATE :</u>	
	<u>Niveau :</u>			
<u>PRESSTATAIRE</u>	<u>Effectif totale :</u>	G :	<u>DUREE : 2 heures</u>	
		F :		
CHAPITRE P : TITRE				
<u>Activités préparatoires possibles :</u>				
<u>Prérequis :</u>				
<u>Concepts clés :</u>				
<u>Objectifs spécifiques :</u> Au terme de la leçon, l'apprenant devra être capable de :				
<u>Objectifs spécifiques de la leçon</u>		<u>Niveau taxonomique</u>		
		Connaissance		
		Connaissance/ Compréhension		
		Connaissance		
		Résolution de problème		
		Savoir être		
<u>Expériences :</u>				
<u>Matériel :</u>				
<u>Matériels et produits :</u>				
<u>Documents :</u>				
PLAN DU COURS				
<u>Introduction</u>				
DEROULEMENT POSSIBLE				
Contenus ou titre séquence	Activités		<u>Prof.</u>	<u>Elève</u>
<u>A- Contrôle des prérequis</u>			X	X
<u>B- Introduction</u>				
C- Leçon du jour				
<u>Traces écrites</u>				<u>Observations</u>

M. IBRAHIMA COLY PCEMG en M. S. P 06 / 07 / 2022

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

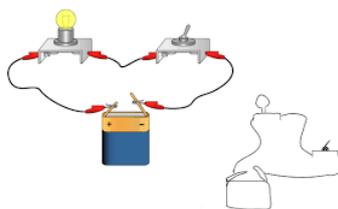
ALBERT EINSTEIN

PROGRAMME DE PHYSIQUE 3° DE 2008

CHAPITRES			
DOMAINE	NUMERO	TITRES	HORAIRE
OPTIQUE	P 1	LENTILLES MINCES	4
	P 2	DISPERSION DE LA LUMIERE BLANCHE	2
MECANIQUE	P 3	FORCES	3
	P 4	TRAVAIL ET PUISSANCES MECANIQUES	3
ELECTRICITE	P 5	ELECTRISATION PAR FROTTEMENT, LE COURANT ELECTRIQUE	4
	P 6	RESISTANCE ELECTRIQUE	6
ENERGIE	P 7	ENERGIE ET RENDEMENT	2
Total			24



André Mari Ampère



CIRCUIT ELECTRIQUE



Georg Ohm
(1789-1854)

Georg Ohm (1789 - 1854)



Albert Einstein 1879-1955

CHAPITRE I

LENTILLES MINCES

✓ **DUREE : 4 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Faire des recherches sur :

1. L'œil, les anomalies de la vision, les verres correcteurs ;
2. La loupe, l'objectif photographique, le microscope.

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

❖ Donner les symboles des lentilles minces (convergentes et divergentes).	❖ Caractériser les images.
❖ Identifier une lentille.	❖ Expliquer les différentes anomalies de la vision et leur correction.
❖ Donner les caractéristiques d'une lentille.	❖ Utiliser une lentille convergente

✓ **Prérequis :** La lumière blanche et le vocabulaire y afférent ; la propagation rectiligne de la lumière, le principe de la chambre noire et les notions de géométrie (dont la symétrie).

Maths : Egalité de rationnels : $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ (b et d différents de zéro)

✓ **Concepts clés :** lentille mince ; lentille convergente - divergente ; rayon incident ; rayon émergent ; objet ; image ; foyer ; distance focale ; axes ; centre optique ; vergence

✓ **Introduction :**

L'optique est la partie de la physique qui étudie la lumière et les phénomènes qu'elle engendre, même lorsque ceux-ci ne sont pas détectables par l'œil humain. Mais, pourquoi étudier l'optique ?

- L'optique conditionne notre perception de l'environnement puisqu'elle est la science de la vision
- Le laser a entraîné un renouveau complet de cette discipline
- Les technologies optiques sont partout : télécommande infrarouge, CD, lunettes, télescope, imagerie par satellite, lecteur de code barre....

Du point de vue programme, l'étude des lentilles est tout à fait nouvelle. Toutefois, vos acquis sur les lentilles seront utilisés :

- ❖ Dans les descriptions qualitatives des phénomènes d'optiques ;
- ❖ Dans l'explication du fonctionnement de quelques appareils optiques de la vie courante (œil, arc-en-ciel, photographie, microscope, appareils de projection...)
- ❖ Dans la résolution de problèmes d'optique de la vie courante [utilisation de verres correcteurs, de loupes, lentilles de projection...]

✓ **PLAN DU COURS**

I° GENERALITE

I - 1) Définition et Exemples

I - 2) Types de lentilles :

I - 2 - 1) Observations

I - 2 - 1) Distinctions géométriques

I - 2 - 2) Distinction physiques

III° CONSTRUCTION DE L'IMAGE

DONNEE PAR UNE LENTILLE

III - 1) Les rayons particuliers

III - 2) Image donnée par une lentille

III - 3) Méthode et Exemple

III - 3 - 1) Méthode

III - 3 - 2) Exemple

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

II° CARACTERISTIQUES D'UNE	IV° APPLICATIONS
LENTILLE MINCE	IV - 1) La vision normale
II - 1) Le centre optique	IV - 2) Les anomalies et correction de l'œil
II - 2) Les axes optiques	IV - 2 - 1) La myopie
II - 3) Les foyers	IV - 2 - 2) L'hypermétropie
II - 4) La distance focale	IV - 2 - 3) La presbytie
II - 5) La convergence ou vergence	IV - 3) Autres applications
	V° EVALUATION

DEROULEMENT DU COURS

I° GENERALITE :

I - 1) Définition et Exemples :

✓ **Définition :** Une lentille est un milieu transparent limité par deux surfaces dont l'une au moins n'est pas plane.

❖ **Remarque : Définition lentille mince**

Une lentille est dite mince, lorsque son épaisseur au centre est infiniment petite devant ses rayons de courbure.

✓ **Exemples :** verres correcteurs, loupes ; goutte d'eau ; le cristallin de l'œil ; ...

I - 2) Types de lentilles :

I - 2 - 1) Observation :

Un faisceau de lumière cylindrique donne un faisceau convergent à la sortie de cette lentille.	Un faisceau de lumière cylindrique donne un faisceau divergent à la sortie de cette lentille

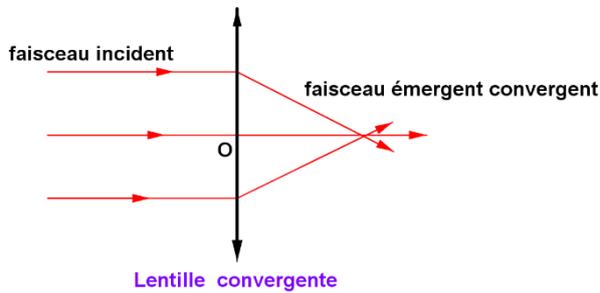
I - 2 - 2) Distinctions géométriques :

On distingue deux types de lentilles.

❖ Les lentilles à bords minces ou lentilles convergentes	❖ Les lentilles à bords épais ou lentilles divergentes
<p>Lentille convergente Symbole</p>	<p>Lentille convergente Symbole</p>
La partie centrale est plus épaisse que les bords.	La partie centrale est moins épaisse que les bords.

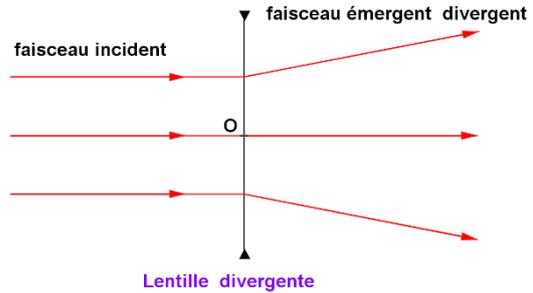
I - 2 - 2) Distinction physiques :

❖ **Les lentilles à bords minces ou lentilles convergentes**



Une **lentille convergente** transforme un faisceau cylindrique en **faisceau convergent**.

❖ **Les lentilles à bords épais ou lentilles divergentes**

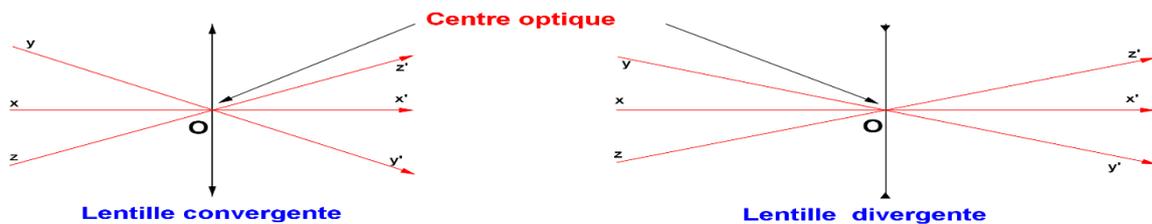


Une **lentille divergente** transforme un faisceau cylindrique en **faisceau divergent**.

II° CARACTERISTIQUES D'UNE LENTILLE MINCE :

II - 1) Le centre optique :

On appelle **centre optique** d'une lentille, le point par lequel aucun rayon incident n'est dévié.



II - 2) Les axes optiques :

On appelle **axe optique** d'une lentille, la trajectoire du rayon lumineux passant par son centre optique.

Exemples : les droites (xx') ; (yy') ; (zz') sont des axes optiques ; ...

L'axe optique **perpendiculaire** au plan d'une lentille est son **Axe Optique Principal (A.O.P)**

❖ **Remarque :**

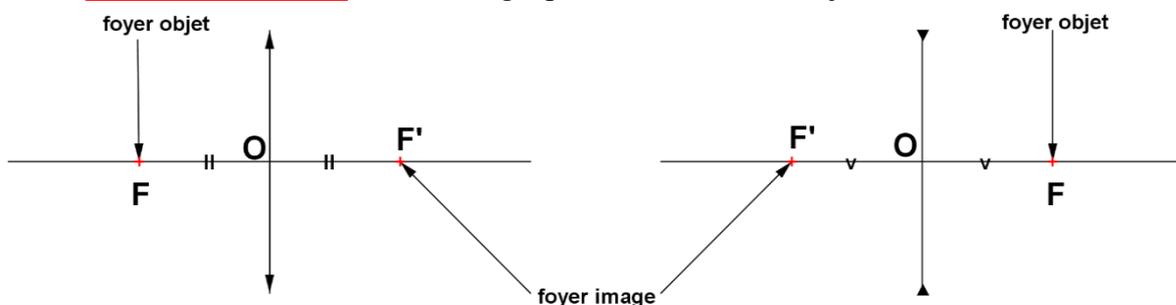
Pour toute lentille, ils existent une infinité d'axes optiques dont un seul est principal.

II - 3) Les foyers :

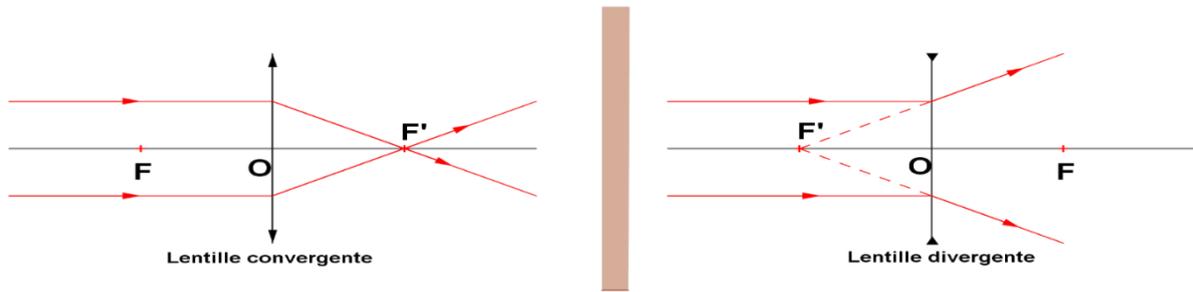
Une lentille possède toujours **deux points focaux** que l'on appelle les **foyers de la lentille**.

✓ **Le foyer objet F :** C'est l'objet dont l'image par la lentille est à l'infini.

✓ **Le foyer image F' :** C'est l'image, par la lentille, d'un objet situé est à l'infini.



❖ **Remarque :**



- ✓ Le **foyer objet F** est du côté des rayons incidents pour une lentille convergente et du côté des rayons émergents pour la lentille divergente.
- ✓ Le **foyer image F'** est du côté des rayons émergents pour une lentille convergente et du côté des rayons incidents pour la lentille divergente.
- ✓ Les foyers F et F' d'une lentille sont **symétriques** par rapport à la lentille et situés sur son axe optique principal (A.O.P).

II - 4) La distance focale :

On appelle **distance focale f** d'une lentille, la distance entre son centre optique et chacun de ses foyers : **$f = OF = OF'$**

❖ **Remarque :** La distance focale est une grandeur algébrique.

- ✓ Pour une **lentille convergente $f > 0$**
- ✓ Pour une **lentille divergente $f < 0$**

II - 5) La convergence ou vergence :

La vergence ou convergence **C** d'une lentille est l'inverse de sa distance focale : **$C = \frac{1}{f}$**

La vergence C s'exprime en **dioptrie** de symbole (δ) et f s'exprime en mètre (**m**).

❖ **Remarque :**

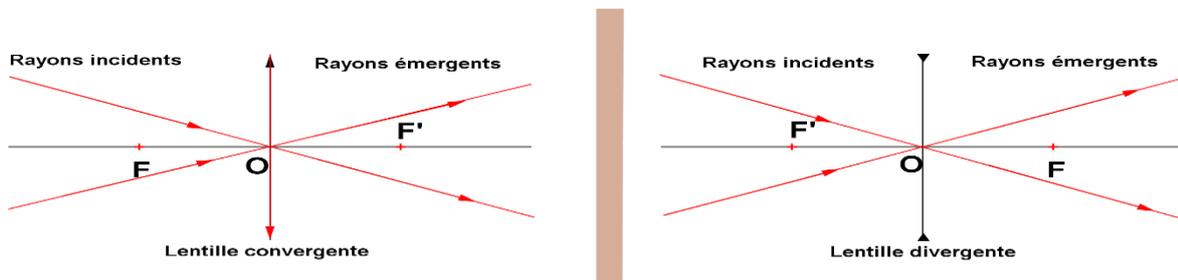
- ✓ Pour une **lentille convergente $C > 0$ car $f > 0$**
- ✓ Pour une **lentille divergente $C < 0$ car $f < 0$**

III° CONSTRUCTION DE L'IMAGE DONNEE PAR UNE LENTILLE

III - 1) Les rayons particuliers :

a) Rayon passant par le centre optique (axe optique secondaire)

Tout **rayon incident** qui quitte un objet et passe par **le centre optique** n'est **pas dévié**.

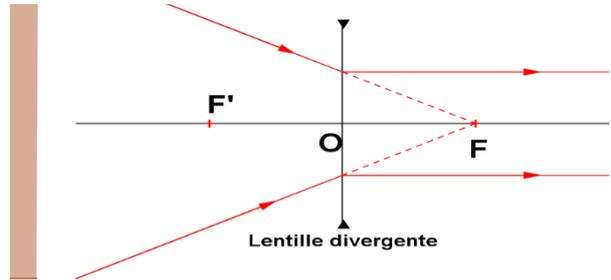
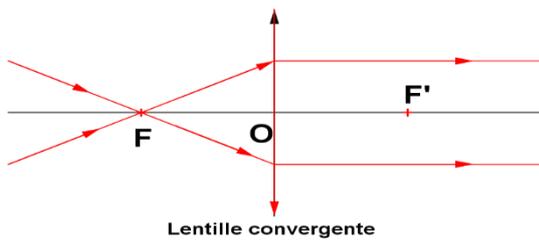


b) Rayon incident parallèle à l'axe optique principal

Tout **rayon incident** parallèle à l'axe optique principal donne un **rayon émergent** passant ou dont le prolongement passerait par le **foyer image**.

c) Rayon incident passant ou dont le prolongement passerait par le foyer objet

Tout **rayon incident** passant ou dont le prolongement passerait par le **foyer objet** donne un **rayon émergent parallèle à l'axe optique principal**.



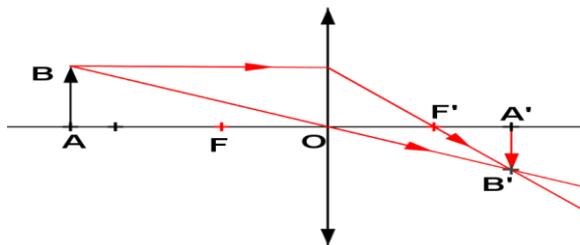
III - 2) Image donnée par une lentille :

Les lentilles sont utilisées généralement pour donner d'un objet donné une image la plus nette possible.

Ainsi, nous allons construire puis caractériser toute image donnée par une lentille d'un objet **AB** placé perpendiculairement à son axe optique principal (le point A situé sur l'axe) à différentes distances de son centre optique.

Lentille convergente

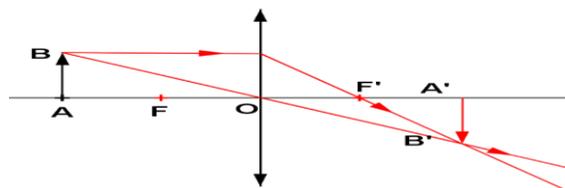
1^{er} CAS : $OA > 2OF$



Caractéristiques de l'image A'B'

- Nature : réelle
- Sens : renversée
- Situation : $OA' < OA$
- Taille : $A'B' < AB$
- Agrandissement : $\frac{A'B'}{AB} < 1$

2^{ème} CAS : $OA = 2OF$

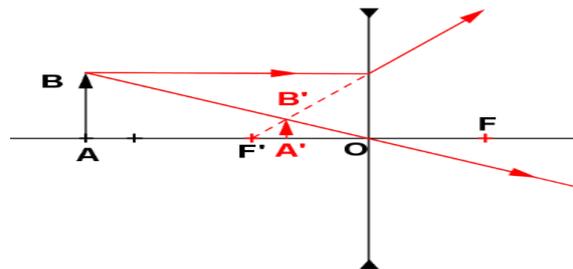


Caractéristiques de l'image A'B'

- Nature : réelle
- Sens : renversée
- Situation : $OA' = OA$
- Taille : $A'B' = AB$
- Agrandissement : $\frac{A'B'}{AB} = 1$

Lentille divergente

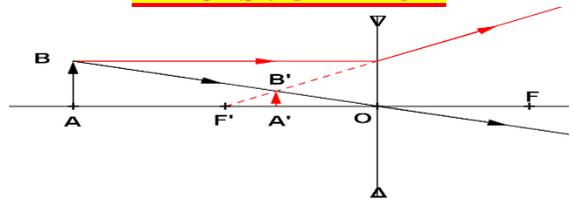
1^{er} CAS : $OA > 2OF'$



Caractéristiques de l'image A'B'

- Nature : virtuelle
- Sens : droite
- Situation : $OA' < OA$
- Taille : $A'B' < AB$
- Agrandissement : $\frac{A'B'}{AB} < 1$

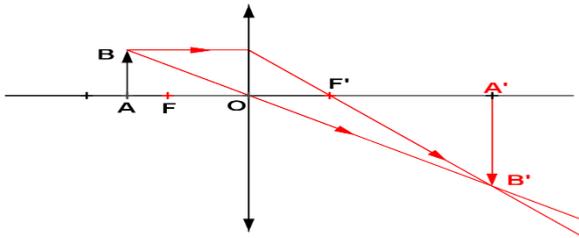
2^{ème} CAS : $OA = 2OF'$



Caractéristiques de l'image A'B'

- Nature : virtuelle
- Sens : droite
- Situation : $OA' < OA$
- Taille : $A'B' < AB$
- Agrandissement : $\frac{A'B'}{AB} < 1$

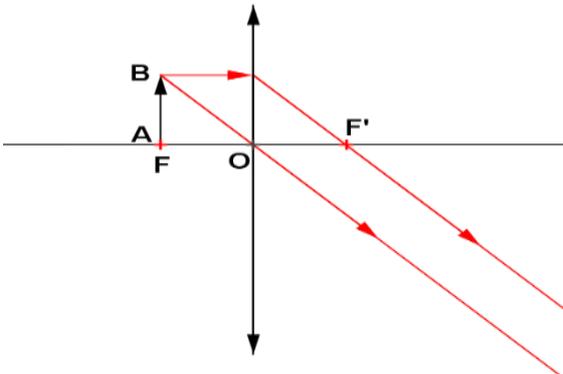
3^{ème} CAS : $OF < OA < 2OF$



Caractéristiques de l'image A'B'

- Nature : réelle
- Sens : renversée
- Situation : $OA' > OA$
- Taille : $A'B' > AB$
- Agrandissement : $\frac{A'B'}{AB} > 1$

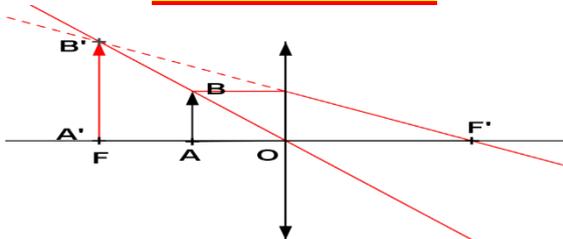
4^{ème} CAS : $OA = OF$



Caractéristiques de l'image A'B'

- Nature : renvoyée à l'infini
- Sens :
- Situation :
- Taille :
- Agrandissement :

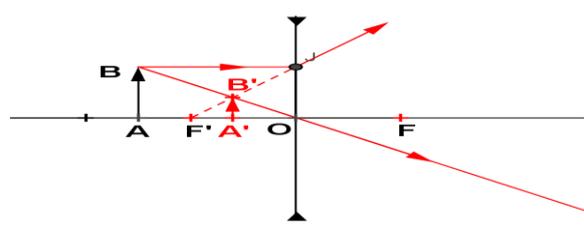
5^{ème} CAS : $OA < OF$



Caractéristiques de l'image A'B'

- Nature : virtuelle
- Sens : droite
- Situation : $OA' > OA$
- Taille : $A'B' > AB$
- Agrandissement : $\frac{A'B'}{AB} > 1$

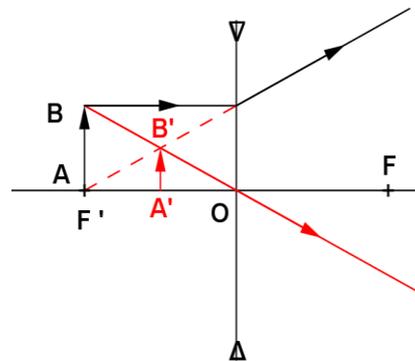
3^{ème} CAS : $OF' < OA < 2OF'$



Caractéristiques de l'image A'B'

- Nature : Virtuelle
- Sens : droite
- Situation : $OA' < OA$
- Taille : $A'B' < AB$
- Agrandissement : $\frac{A'B'}{AB} < 1$

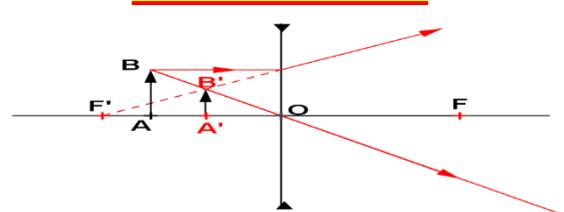
4^{ème} CAS : $OA = OF'$



Caractéristiques de l'image A'B'

- Nature : virtuelle
- Sens : droite
- Situation : $OA' < OA$
- Taille : $A'B' < AB$
- Agrandissement : $\frac{A'B'}{AB} < 1$

5^{ème} CAS : $OA < OF'$



Caractéristiques de l'image A'B'

- Nature : virtuelle
- Sens : droite
- Situation : $OA' < OA$
- Taille : $A'B' < AB$
- Agrandissement : $\frac{A'B'}{AB} < 1$

III - 3) Méthode et Exemple :

III - 3 - 1) Méthode :

Pour construire l'image d'un objet donnée par une lentille nous pouvons adopter la méthode :

- ✓ Relever les données numériques et adopter une échelle convenable ;
- ✓ Représenter correctement la lentille par son symbole ;
- ✓ Indiquer le centre optique O et tracer l'axe optique principal.
- ✓ Placer les foyers F et F' suivant l'échelle adoptée
- ✓ Placer l'objet comme indiqué dans l'énoncé suivant l'échelle adoptée
- ✓ Obtenir l'image de chaque point de l'objet par la rencontre de deux des trois rayons particuliers issus de ce point.

III - 3 - 2) Exemple :

On considère une paire de lunettes constituée de lentilles convergentes de distance focale $f=10\text{cm}$. On place perpendiculairement à l'axe optique principal d'une des lunettes, une bougie BG de hauteur $h=10\text{ cm}$ à une distance $d=15\text{ cm}$ du centre optique. Le point B est situé sur l'axe optique principal.

1. Construis l'image B'G' de la bougie.
2. Caractérise B'G' puis calcule le grandissement G.

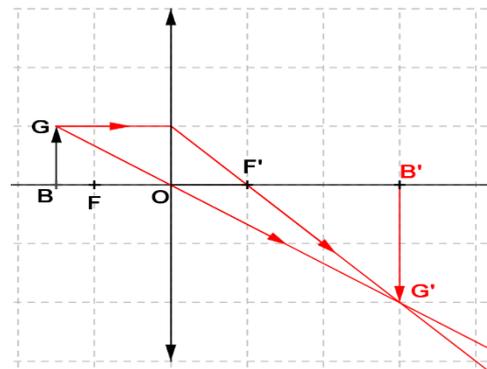
Solution

1. Construisons l'image B'G' de la bougie

$$\text{Données } \begin{cases} d = 15 \text{ cm} \\ h = 10 \text{ cm} \\ f = 10 \text{ cm} \end{cases} \text{ Echelle } 1/10. \quad \begin{cases} d = 1,5 \text{ cm} \\ h = 1,0 \text{ cm} \\ f = 1,0 \text{ cm} \end{cases}$$

2. Caractéristiques de l'image A'B'

- **Nature** : image réelle
- **Sens** : image renversée
- **Situation** : $OB' > OB$
- **Taille** : $B'G' > BG$
- **Agrandissement** : $\frac{B'G'}{BG} > 1$



Calculons son agrandissement : on a : $BG = 10$ et par mesure, $B'G' = 2\text{ cm}$ soit 20 cm

Or, on sait que : $G = \frac{A'B'}{AB}$

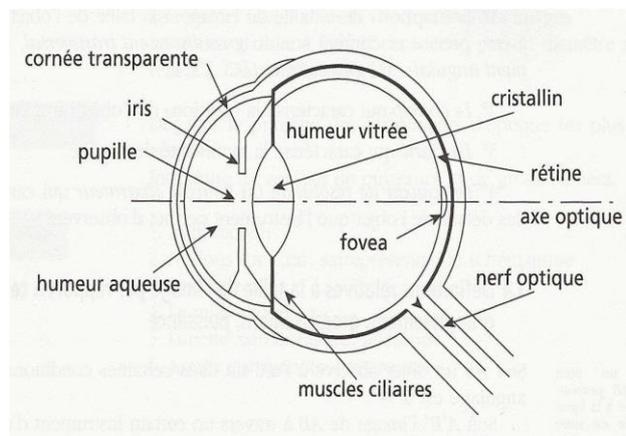
AN : $G = \frac{20}{10} = 2$

IV° APPLICATIONS

IV - 1) La vision normale :

Une vision est dite normale lorsque l'image de cet objet se forme sur la rétine. Le cristallin est assimilable à une lentille convergente. La netteté de l'image est obtenue grâce à l'accommodation.

En effet, sous l'action des muscles la face antérieure du cristallin se bombe plus ou moins ce qui provoque une variation de sa vergence : c'est l'accommodation.



IV - 2) Les anomalies et correction de l'œil :

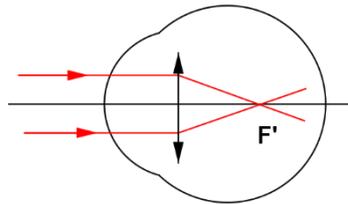
Un œil est dit normal (ou emmétrope) s'il voit à l'infini sans accommodation.

Dans le cas contraire, il est anormal. Les anomalies diverses de l'œil tels que : **la myopie ; l'hypermétropie ; la presbytie** ; ... émanent d'origines diverses et peuvent être corrigées par le port de lentilles sous forme de verres correcteurs.

IV - 2 - 1) La myopie :

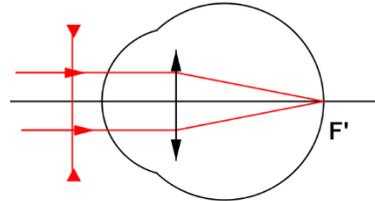
Anomalie

L'œil myope est trop convergent : son foyer principal image F' est en avant de la rétine.



Correction

L'œil myope est trop convergent : l'image d'un objet à l'infini se forme en avant la rétine.

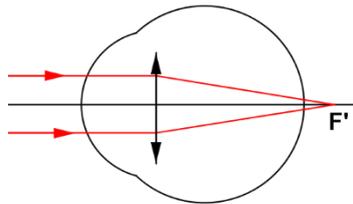


La myopie se corrige par le port de lentille divergente.

IV - 2 - 2) L'hypermétropie :

Anomalie

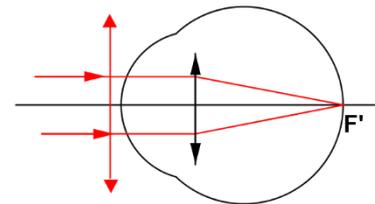
L'œil hypermétrope n'est pas assez convergent : son foyer principal image F' est en arrière de la rétine.



L'œil hypermétrope voit nettement les objets éloignés.

Correction

L'œil hypermétrope n'est assez convergent : l'image d'un objet à l'infini se forme en arrière de la rétine.

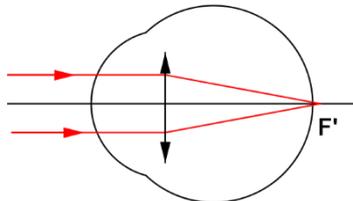


L'hypermétropie se corrige par le port de lentille convergente.

IV - 2 - 3) La presbytie :

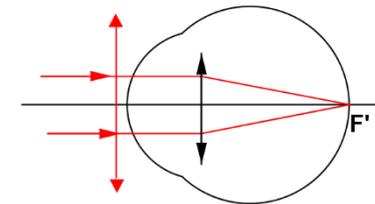
Anomalie

La presbytie est une diminution de la faculté d'accommodation de l'œil due à la vieillesse. Le cristallin perd de son élasticité : l'image rapprochée est floue tandis que celle éloignée est nette.



Correction

La vision d'objets proches du presbyte est floue tandis que celle d'objets éloignés est nette.



La presbytie se corrige par le port de lentille convergente.

❖ **Remarque :**

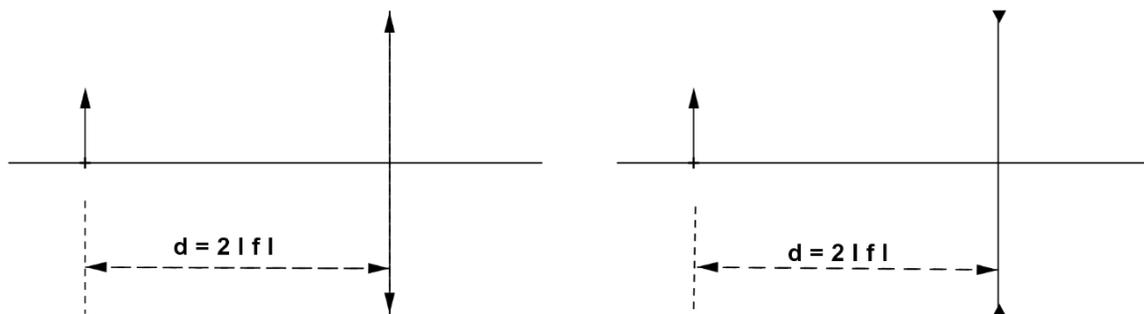
Une personne atteinte de presbytie ou d'hypermétropie peut conduire sans correcteurs ; par contre elle ne peut lire correctement des journaux sans correcteurs.

IV - 3) Autres applications :

- ❖ **L'appareil photographique** est une chambre noire ayant une pellicule ou film comme écran et un objectif formé de **lentilles convergentes** mobiles à son ouverture réglable.
- ❖ **Le projecteur** est un appareil qui, grâce aux **lentilles divergentes** logées dans son objectif, donne d'un objet petit, la diapositive, une image grande sur un écran
- ❖ **La loupe** est une **lentille convergente** de faible distance focale ($3\text{cm} < f < 5\text{cm}$) destinée à observer des petits détails qui ne seraient pas décelables à l'œil nu (ou difficilement). **L'image donnée par la loupe est virtuelle ; droite et plus grande que l'objet**
- ❖ **Le microscope** (voir Figure 34) est constitué de l'association de **deux lentilles convergentes**, L_1 et L_2 , la première étant appelée l'**objectif** et la dernière l'**oculaire**.
- ❖ **La lunette astronomique** permet d'observer les détails des objets situés à l'infini. Elle permet d'observer aisément les planètes.

V° EVALUATION :

On considère deux lentilles L_1 et L_2 de même distance focale $|f| = 10\text{ cm}$. Un objet AB est placé devant L_1 puis devant L_2 à la même distance $d = 2|f|$ de chaque lentille.



1. Préciser la nature de chaque lentille.
2. Calculer la vergence de chaque lentille.
3. Reproduire les schémas et placer les foyers des deux lentilles. Construire l'image $A_1'B_1'$ donnée par L_1 et l'image $A_2'B_2'$ donnée par L_2 .
4. Donner les caractéristiques de chaque image.

CHAPITRE II

DISPERSION DE LA LUMIERE BLANCHE

✓ **DUREE : 1 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Faire des recherches sur les thèmes :

1. Les couleurs des objets
2. L'arc – en – ciel

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

❖ Donner l'ordre de dispersion de la lumière blanche	❖ Expliquer qualitativement la formation l'arc-en-ciel.
❖ Expliquer la couleur des objets.	

✓ **Prérequis :** lumière blanche ; Notion de couleur ;

✓ **Concepts clés :** arc-en-ciel ; prisme ; spectre ; disque de Newton ; monochromatique ; polychromatique ;

✓ **Introduction :**

L'étude de la composition de la lumière a longtemps préoccupée les scientifiques depuis les temps d'**Achille** ; d'**Homère** ; d'**Hector** (IXe S avant J. C) en passant par **Newton** à nos jours. D'ailleurs, certains phénomènes naturels tels que l'apparition de **l'arc-en-ciel** ont été de véritable support de réflexion scientifique aboutissant à l'idée de décomposition de la lumière. La décomposition expérimentale de la lumière a été réalisée pour la première fois en **1666** par **Isaac Newton**.

✓ **PLAN DU COURS**

<u>I° DECOMPOSITION DE LA LUMIERE BLANCHE</u> <u>I - 1) Expérience</u> <u>I - 1 - 1) Dispersion par le prisme</u> <u>I - 1 - 2) Autres dispersions</u> <u>I - 2) Le spectre de la lumière blanche</u> <u>I - 2 - 1) Le spectre visible</u> <u>I - 2 - 2) Les radiations invisibles du spectre</u> <u>I - 3) Généralisation : phénomène de dispersion</u>	<u>II° SYNTHESE DE LA LUMIERE BLANCHE</u> <u>II - 1) La composition de la lumière blanche</u> <u>II - 2) La recombinaison de la lumière blanche</u> <u>III° APPLICATIONS</u> <u>III - 1) Couleur des objets</u> <u>III - 2) Température de surface d'un corps</u> <u>III - 3) Composition chimique</u> <u>IV° EVALUATION</u>
--	--

DEROULEMENT DU COURS

I° DECOMPOSITION DE LA LUMIERE BLANCHE :

I - 1) Expérience :

I - 1 - 1) Dispersion par le prisme :

✓ Définition :

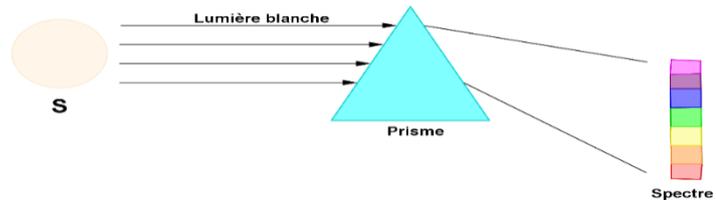
Un prisme est un milieu transparent limité par des faces planes non parallèles.

✓ Expérience :

Envoyons un faisceau de lumière sur un prisme placé devant un écran puis observons :

Nous observons sur l'écran une bande de couleurs rappelant l'arc-

en-ciel : **le spectre visible de la lumière blanche.**



I - 1 - 2) Autres dispersions :

La dispersion de la lumière peut être obtenue sous forme d'une belle irisation (reflet) avec :

- ✓ Des bulles de savon dans la lumière la décompose ;
- ✓ L'arc-en-ciel observé dans le ciel par temps pluvieux quand nous avons le soleil sur le dos
- ✓ Une goutte d'eau décompose la lumière qu'elle dévie et laisse apparaître le spectre de la lumière blanche.

I - 2) Le spectre de la lumière blanche :

Le spectre de la lumière est une bande colorée ou irisation : une succession de différentes couleurs.

Chacune des couleurs ou radiation constitue une **lumière monochromatique** (lumière du laser). A chaque lumière monochromatique correspond une radiation. La lumière blanche est donc une lumière complexe constituée de plusieurs radiations : c'est une **lumière polychromatique**.

I - 2 - 1) Le spectre visible :

Parmi l'**infinité de radiations** qui constituent le spectre de la **lumière blanche**, il y a **7 couleurs visibles** qui sont dans l'ordre : **Violet ; Indigo ; Bleue ; Vert ; Jaune ; Orange et Rouge.**

I - 2 - 2) Les radiations invisibles du spectre :

Les sept couleurs visibles du spectre sont encadrées par des **radiations invisibles** dont **l'ultraviolet** devant le violet et **l'infrarouge** juste après le rouge.

I - 3) Généralisation : phénomène de dispersion :

Une lumière **polychromatique** est une lumière constituée de plusieurs couleurs ou radiations. Dans le cas contraire, elle est dite **monochromatique**.

Tout dispositif permettant de décomposer la lumière est appelée **spectroscope**.

Le phénomène de la dispersion de la lumière est donc une séparation par réfraction des radiations contenues dans une lumière complexe.

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

II° LA LUMIERE BLANCHE :

II - 1) La composition de la lumière blanche

On appelle lumière blanche toute lumière émise par les corps chauds.

Exemples de corps chauds comme le soleil ; une lampe à incandescence ; un arc électrique... Une **lumière blanche** est composée d'une **infinité de radiations** dont certaines forment le spectre.

II - 2) La recombinaison ou Synthèse de la lumière blanche :

La superposition rapide des couleurs du spectre par un dispositif tel que le disque de Newton ou une lentille convergente est perçue par l'œil comme du blanc.

Donc, on réalise la synthèse de la lumière blanche par addition des couleurs de l'arc-en-ciel.

III° APPLICATIONS :

III - 1) Couleur des objets :

La couleur d'un objet dépend de la lumière qui l'éclaire. Elle résulte de la composition des radiations qu'il diffuse ou réfléchit.

Exemples :

- ✓ Les **plantes vertes** absorbent toutes les radiations de la lumière blanche sauf la **radiation verte**.
- ✓ Un **objet rouge** absorbe toutes les radiations de la lumière blanche sauf la **radiation rouge**.
- ✓ Un **objet noir** paraît **noir** car *il ne diffuse pas* la lumière : il paraît **noir** quelle que soit la couleur de la lumière qui l'éclaire.

❖ **Remarque :**

- La **couleur propre** d'un objet est celle que l'on attribue à cet objet lorsqu'il est éclairé par la lumière blanche.
- Toute couleur prise par un objet sous d'autres éclairages est dite **couleur apparente**.
- Un **individu** possède trois **familles de pigments** permettant de percevoir les **trois couleurs dites fondamentales** : **le Rouge** ; **le Vert** et **le Bleu**. Elles permettent d'obtenir toutes les autres couleurs.
- Un filtre coloré laisse passer certaines couleurs et en bloque d'autres.

III - 2) Température de surface d'un corps :

Le spectre émis par un corps dépend de sa température dite **température de surface** : il devient lumineux et s'étend de plus en plus vers le violet quand elle augmente. La température de surface du soleil est de l'ordre de **6000° C**.

III - 3) Composition chimique :

La composition d'une substance peut être connue à partir de l'étude du spectre qu'il émet. C'est ainsi que les chimistes ont pu connaître la composition de certains astres comme les étoiles qui contiennent principalement du dihydrogène mais aussi de l'hélium, du fer ;

Exemple :

- ✓ La croûte terrestre est principalement composée de dioxygène et de silicium.
- ✓ On y trouve du Sélénium (pour sélène) sur la lune ; du Plutonium dans la planète Pluton ; de l'Uranium dans Uranus ; ...

M. IBRAHIMA COLY PCEMG en M. S. P 06 / 07 / 2022

IV° EVALUATION :

Exercice 1 : maîtrise de connaissances

Recopie et complète les phrases suivantes par les mots ou groupes de mots suivants : **monochromatique spectre ; dispersion ; noire ; déviée ; vert ; gouttelettes ; polychromatique ; lumière blanche ; rouge ; couleurs.**

Un prisme permet de décomposer la ... en plusieurs C'est le phénomène de ... de la lumière. La bande colorée obtenue est appelée ... de la lumière blanche.

La radiation ... est la moins déviée. La radiation violette est la plus Une lumière formée de plusieurs radiations est une lumière Une lumière formée d'une seule radiation est dite ...

La superposition des sept principales couleurs donne le Un objet a une couleur verte parce qu'il absorbe toutes les autres couleurs de la lumière blanche sauf le Un objet est ... parce qu'il absorbe toutes les couleurs de la lumière blanche. L'arc en ciel est obtenu par la décomposition de la... du soleil par les ... d'eau de l'atmosphère.

Exercice 2 :

Moctar, habillé en noir et Fatou en blanc, vont à l'école lors d'un après-midi ensoleillé. Moctar étouffe de chaleur et Fatou se sent à l'aise.

1. Donne une explication à chacune de leur sensation :

A la tombée de la nuit, ils traversent une route très fréquentée par des voitures à phares blancs.

2. Lequel des deux est le plus en danger ? Justifie ta réponse.

CHAPITRE III

NOTION DE FORCES

✓ **DUREE** : 3 HEURES

✓ **Activités préparatoires** :

1. Recherchez, dans votre environnement, des corps en interaction. Précisez-il s'agit d'interaction à distance d'interaction de contact.
2. Parmi ces corps, lesquels sont en équilibre ?
3. Dans quelles conditions un corps peut-il être en équilibre ?

✓ **Objectifs spécifiques** : Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

<ul style="list-style-type: none"> ❖ Définir une force à partir de ses effets. ❖ Donner l'unité internationale d'intensité de force. ❖ Donner des exemples de forces et les classer. ❖ Représenter un vecteur force. ❖ Donner les caractéristiques de différentes forces (Poids, tension d'un fil, réaction d'un support). 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Donner des exemples de solides en équilibre sous l'action de deux forces. ❖ Appliquer les conditions nécessaires d'équilibre d'un solide soumis à deux forces. ❖ Enoncer le principe des actions réciproques
---	--

✓ **Prérequis** : poids ; intensité de pesanteur g ; masse ; hauteur ; dynamomètre ; balance ; Maths : Egalité de rationnels : $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ (b et d différents de zéro)

✓ **Concepts clés** : Force ; équilibre ; Action-Réaction ; tension ; interaction

✓ **Introduction** :

La mécanique est la Science qui a pour objet l'étude du mouvement et de l'équilibre des corps, ainsi que la théorie des machines.

Toutefois, elle englobe l'étude de la Puissance d'action physique (d'un être, d'un organe, etc.) : la force.

Du point de vue historique, depuis **Isaac Newton**, la définition suivante est acceptée : une force est une action mécanique capable créer une accélération, c'est - à - dire une modification de la vitesse d'un objet ou d'une partie d'un objet. Ce qui induit un déplacement ou une déformation de l'objet.

Du point de vue programme le concept de force n'est pas tout à fait nouvelle car elle a été abordée en 4^e avec l'étude du Poids d'un objet.

En 3^e, nous allons découvrir d'autres exemples de forces et leurs caractéristiques.

✓ **PLAN DU COURS**

<p>I° MISE EN EVIDENCE D'UNE FORCE</p> <p>I - 1) Effets dynamiques</p> <p>I - 1 - 1) Mouvement d'un corps</p> <p>I - 1 - 2) Modification du mouvement d'un corps</p> <p>I - 2) Effets statiques</p> <p>I - 2 - 1) Déformation élastique d'un corps</p> <p>I - 2 - 1) Déformation plastique d'un corps</p> <p>II° DEFINITION ET PROPRIETES D'UNE FORCE</p> <p>II - 1) Définition</p> <p>II - 2) Les types de forces</p> <p>II - 2 - 1) Les forces de contact</p> <p>II - 2 - 2) Les forces à distance</p>	<p>II - 3) Caractéristiques d'une force</p> <p>II - 4) Représentation vectorielle d'une force</p> <p>III° EQUILIBRE D'UN CORPS SOUMIS A L'ACTION DE DEUX FORCES</p> <p>III - 1) Notion d'équilibre</p> <p>III - 2) Condition d'équilibre d'un solide soumis à deux forces</p> <p>III - 2 - 1) Expérience</p> <p>III - 2 - 2) Caractéristiques des deux forces</p> <p>IV° PRINCIPE DE L'ACTION ET DE LA REACTION</p> <p>IV - 1) Enoncé</p> <p>IV - 2) Exemples</p> <p>V° EVALUATION</p>
--	---

DEROULEMENT DU COURS

I° MISE EN EVIDENCE D'UNE FORCE

I - 1) Effets dynamiques :

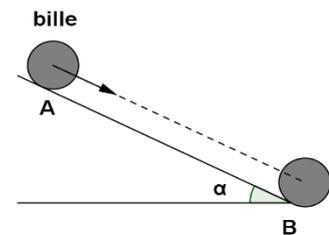
I - 1 - 1) Mouvement d'un corps

L'action de contact exercée par un garçon sur une ficelle attachée à son jouet permet de le mettre en mouvement.

I - 1 - 2) Modification du mouvement d'un corps :

Une bille abandonnée à elle-même sur un plan incliné glisse vers le bas sous l'effet de son poids.

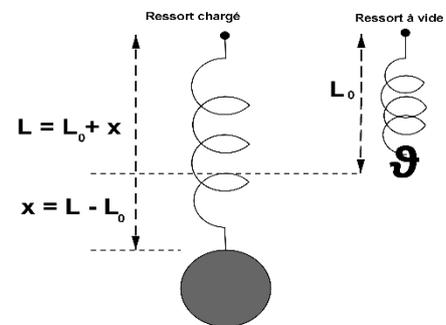
Si nous plaçons un aimant au voisinage sa trajectoire est modifiée. Cette modification de la trajectoire de la bille est due à l'action à distance de l'aimant sur la bille.



I - 2) Effets statiques :

I - 2 - 1) Déformation élastique d'un corps

Accrochons un solide pesant à un ressort dont l'une des extrémités est fixe, il s'allonge d'une longueur L : le ressort a donc subi une déformation exercée par le poids du solide. Il reprend sa longueur initiale L_0 lorsque le solide est décroché : la déformation est donc élastique.



Lorsque nous soufflons dans un ballon de baudruche, il se gonfle : ses parois se déforment en se dilatant sous l'action de contact de l'air.

I - 2 - 1) Déformation plastique d'un corps :

Sur une plaque en plastique, appliquons une force intense. L'action de la force se traduit par une déformation définitive.

II° DEFINITION ET PROPRIETES D'UNE FORCE

II - 1) Définition :

Une force est toute cause capable de modifier l'état de repos ou de mouvement d'un corps ou de déformer le corps lui-même.

Quand on parle de force, il y a toujours deux corps : celui qui l'exerce et celui qui la subit.

II - 2) Les types de forces : On distingue deux types de forces :

II - 2 - 1) Les forces de contact :

Une force est dite *force de contact* quand le corps qui l'exerce et celui qui la subit sont en contact. La force agit sur l'ensemble à partir du point de contact : elle est dite *localisée*.

Exemples : Force musculaire ; forces de frottement ; force élastique ; force pressante due au gaz ; force mécanique ; ...

II - 2 - 2) Les forces à distance :

Une force est dite *force à distance* quand le corps qui l'exerce et celui qui la subit ne sont pas en contact (distant). De telles forces sont dites *réparties* car elles s'exercent sur toutes les parties du corps.

Exemples : Force électrostatique exercée par un corps électrisé ; force de pesanteur (le poids ; ...) ; force magnétique exercée par un aimant ; ...

II - 3) Caractéristiques d'une force

Toute force est caractérisée par :

✓ **Son point d'application :**

Le point d'application est le point où s'exerce l'action d'une force, il correspond au :

- Au point de contact pour les forces de contact.
- Au centre d'inertie ou de masse de l'objet que nous supposons être son *centre de gravité*.

✓ **Sa droite d'action :**

C'est la direction selon laquelle la force agit.

✓ **Son sens :**

Le sens d'une force est celui du mouvement que produirait la force si elle agit toute seule

✓ **Son intensité :**

C'est sa valeur numérique, elle s'exprime dans le système international en **Newton (N)**. Elle est mesurée à l'aide d'un **appareil** appelé **dynamomètre**.

❖ **Remarque :**

Nombreux sont des forces qui ne s'appliquent pas sur un point mais sur toute une surface ou un volume : ce sont des forces à **action répartie**.

Exemples : le poids ; la résistance de l'air ; les forces de frottement ; la poussée d'Archimède ; ...

II - 4) Représentation vectorielle d'une force

La force étant une grandeur vectorielle, nous conviendrons de la représenter par un vecteur.

Exemple :

Un solide (S) considéré comme point matériel est soumis à l'action de trois forces : \vec{F}_2 , horizontale ; \vec{F}_1 , faisant un angle 30° avec \vec{F}_2 et de son poids \vec{P} . On donne : $F_1 = 5 \text{ N}$; $F_2 = 10 \text{ N}$ et $P = 3 \text{ N}$.

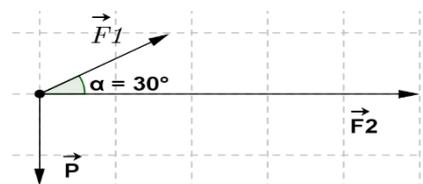
Représente ces forces à l'échelle 1 cm pour 2 N.

Solution :

Calculons la longueur de ces vecteurs

$1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ N}$	$1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ N}$	$1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ N}$
$F_1 \rightarrow 5 \text{ N}$	$F_2 \rightarrow 10 \text{ N}$	$P \rightarrow 3 \text{ N}$
$F_1 = \frac{1 \text{ cm} \times 5 \text{ N}}{2 \text{ N}}$	$F_2 = \frac{1 \text{ cm} \times 10 \text{ N}}{2 \text{ N}}$	$P = \frac{1 \text{ cm} \times 3 \text{ N}}{2 \text{ N}}$
$F_1 = 2,5 \text{ cm}$	$F_2 = 5 \text{ cm}$	$P = 1,5 \text{ cm}$

Représentation graphique



III° EQUILIBRE D'UN CORPS SOUMIS A L'ACTION DE DEUX FORCES

III - 1) Notion d'équilibre :

✓ **Exemples :**

- Un solide accroché à un ressort s'immobilise et reste en équilibre par rapport au sol : sa position par rapport au sol ne varie pas au cours du temps.

- Un portable de masse m , posé sur une table horizontale demeure immobile, il est en équilibre par rapport à la table.
- La position du chauffeur d'un bus par rapport à celui de son receveur ne varie pas. Le chauffeur du bus est donc en équilibre par rapport au receveur.

✓ **Définition de l'équilibre d'un solide :**

Un solide est en équilibre quand il est immobile par rapport à un autre pris comme repère.

❖ **Remarque :**

L'équilibre d'un solide peut-être :

- **Stable** si lorsqu'on l'écarte de sa position d'équilibre, il a tendance à retrouver cette même position d'équilibre ;
- **Instable** si lorsqu'on l'écarte de sa position d'équilibre il a tendance à reprendre une autre position d'équilibre ;
- **Indifférent** si toutes les positions sont des positions d'équilibre.

III - 2) Condition d'équilibre d'un solide soumis deux forces :

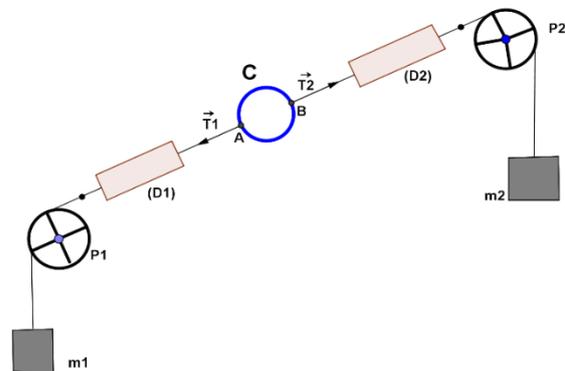
III - 2 - 1) Expérience :

Considérons le dispositif suivant comprenant : un anneau C ; deux masses m_1 et m_2 ; deux poulies P_1 et P_2 ; deux dynamomètres et deux fils de masse négligeable.

Aux points A et B les fils exercent sur l'anneau deux forces de traction \vec{T}_1 et \vec{T}_2

Lorsque nous obtenons l'équilibre :

- Les dynamomètres indiquent la même intensité
- Les deux fils sont dans le prolongement l'un de l'autre



Donc à l'équilibre, l'anneau est soumis à deux forces \vec{T}_1 et \vec{T}_2 de même droite d'action ; de même intensité et de sens contraire.

III - 2 - 2) Caractéristiques des deux forces

- **Point d'application :** les deux forces \vec{T}_1 et \vec{T}_2 sont respectivement appliquées aux points A et B .
- **Droite d'action :** les forces \vec{T}_1 et \vec{T}_2 agissent suivant la même droite (AB) : même droite d'action
- **Sens :** les forces \vec{T}_1 et \vec{T}_2 ont des sens opposés
- **Intensité :** les forces \vec{T}_1 et \vec{T}_2 ont la même intensité : $T_1 = T_2$

CONCLUSION :

Un objet soumis à l'action de deux forces est en équilibre si les deux forces ont : **même intensité ; même droite d'action et des sens opposés.**

On dit que les deux forces sont **directement opposées.**

❖ **Remarque :**

Toute force est une grandeur vectorielle.

Deux forces sont opposées si elles ont même intensité ; même droite d'action et des sens opposés.

Deux forces \vec{T}_1 et \vec{T}_2 directement opposées sont des forces opposées, on note : $\vec{T}_1 = - \vec{T}_2$

IV° PRINCIPE DE L'ACTION ET DE LA REACTION

IV - 1) Enoncé

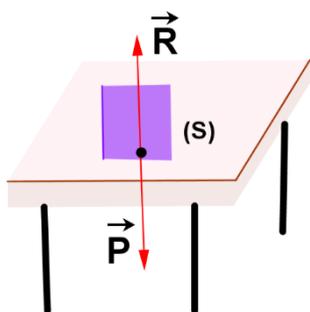
Lorsqu'un corps (A) exerce sur un corps (B) une force \vec{F}_A (action) ; alors le corps B exerce sur le corps A une force \vec{F}_B (réaction) tel que : $\vec{F}_A + \vec{F}_B = \vec{0}$

Les deux forces \vec{F}_A et \vec{F}_B sont des forces d'actions réciproques, elles sont donc directement opposées.

IV - 2) Exemples

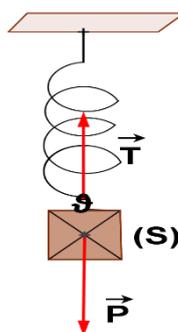
Corps soutenu sur une table horizontale

Le solide (S) posé sur la table est soumis à son poids \vec{P} (attraction de la terre sur lui) et à la réaction normale \vec{R} de la table (qui l'empêche de tomber)



Corps pendu sur un ressort

Le solide (S) accroché à un ressort est soumis à son poids \vec{P} (attraction de la terre sur lui) et à la tension \vec{T} du ressort (qui l'empêche de tomber)



Pour donner les caractéristiques des forces s'appliquant à un solide (S), on peut utiliser le tableau ci-contre :

Caractéristiques Forces	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité
\vec{P}				
\vec{R}				
.....				

❖ Remarque :

Dans le cas du corps suspendu par un ressort, nous avons $P = T$.

Si x est l'allongement du ressort, on peut vérifier que la tension est proportionnelle à l'allongement alors $T = kx$, avec $x = \Delta L = L - L_0$.

Le coefficient de proportionnalité k est appelé constante de **raideur du ressort**.

V° EVALUATION :

EXERCICE 1

Complète par le mot ou le groupe de mots manquant

- 1.1 Une force est toute cause capable : de **produire** ou de **modifier** un mouvement, de **déformer** un corps.
- 1.2 Les effets dynamiques sont aussi appelés effets **de changement** et les effets statiques, effets **de déformation**.
- 1.3 On distingue les forces de contact et les forces à distance.
- 1.4 Dans le système international, le **Newton** est l'unité de force. Les forces de contact peuvent être **localisées** ou **réparties en surface**.
- 1.5 Une force est toujours représentée par un **vecteur**. Deux forces qui ont la même intensité, la même droite d'action et des sens contraires sont **directement opposées**. Le corps soumis à ces deux forces uniques est en **équilibre**.

1.6 Deux corps A et B sont en interaction telles que les forces subies par ces corps $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sont directement opposées, les corps A et B sont soumises à des actions récioproques.

EXERCICE 2 :

2.1. Définis une force de contact localisée et force de contact répartie

2.2. En prenant l'échelle (1cm → 30N) représente à un même point O les forces suivantes :

- a) Une force \vec{F}_1 verticale de 60N orientée du bas vers le haut.
- b) Une force \vec{F}_2 oblique, d'intensité 45N orientée vers le bas et faisant un angle de 120° avec \vec{F}_1 .
- c) Un poids \vec{P} d'intensité 120N
- d) Une force \vec{F}_3 horizontale orientée de droite à gauche et d'intensité 45N.

Solution

2.1. Une force de contact localisée est une force qui agit sur l'ensemble à partir d'un point de contact.

Une force de contact répartie est une force qui agit sur toutes les parties du corps.

2.3. En prenant l'échelle (1cm → 30N) représentons à un même point O les forces suivantes :

- a) Une force \vec{F}_1 verticale de 60N orientée du bas vers le haut.
- b) Une force \vec{F}_2 oblique, d'intensité 45N orientée vers le bas et faisant un angle de 120° avec \vec{F}_1 .
- c) Un poids \vec{P} d'intensité 120N
- d) Une force \vec{F}_3 horizontale orientée de droite à gauche et d'intensité 45N.

Calculons les longueurs des vecteurs forces

<p>a) 1cm → 30N $F_{1x} \rightarrow 60\text{ N}$ $F_{1x} = \frac{1\text{ cm} \times 60\text{ N}}{30\text{ N}} = 2\text{ cm}$</p>	<p>b) 1cm → 30N $F_{2x} \rightarrow 45\text{ N}$ $F_{2x} = \frac{1\text{ cm} \times 45\text{ N}}{30\text{ N}} = 1,5\text{ cm}$</p>	<p style="text-align: center;">Représentation</p>
<p>c) 1cm → 30N $P_x \rightarrow 120\text{ N}$ $P_x = \frac{1\text{ cm} \times 120\text{ N}}{30\text{ N}} = 4\text{ cm}$</p>	<p>d) 1cm → 30N $F_{3x} \rightarrow 45\text{ N}$ $F_{3x} = \frac{1\text{ cm} \times 45\text{ N}}{30\text{ N}} = 1,5\text{ cm}$</p>	

CHAPITRE IV

TRAVAIL ET PUISSANCE MECANQUES

✓ **DUREE : 3 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Situation problème :

Faire une enquête pour trouver des situations où on parle de travail dans le langage courant. Peut-on caractériser le travail par des grandeurs physiques déjà étudiées dans le cours de physique ? Lesquelles ?

Contenus et indications méthodologiques

A partir d'exemples appropriés, on amènera les élèves à faire la distinction entre le travail au sens courant du terme (effort physique et peine) et la grandeur physique "travail". Au concept de travail, associer force et déplacement.

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

❖ Donner la nature d'un travail (moteur, résistant ou nul).	❖ Calculer le travail d'une force constante colinéaire au déplacement supposé rectiligne.
❖ Donner les conditions de nullité du travail.	❖ Calculer la puissance d'une force
❖ Utiliser les expressions du travail et de la puissance mécanique.	❖ Donner l'ordre de grandeur de certaines puissances.

✓ **Prérequis :** calcul de : distance ; vitesse ; force ; poids ; Maths : Egalite de rationnels : $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ (b et d différents de zéro)

✓ **Concepts clés :** travail ; joule ; travail moteur ; travail résistant ; travail nul ;

✓ **Introduction :**

Dans le langage courant, la notion de travail est très générale. Elle recouvre toute situation dans laquelle apparaît une cause de fatigue, qu'elle soit physique ou intellectuelle.

En Physique, cette notion est plus précise. Ainsi, l'étude que nous allons commencer cette année sur des cas simples se poursuivra dans les classes ultérieures.

✓ **PLAN DU COURS**

I° TRAVAIL MECANIQUE D'UNE FORCE I° - 1) Notion de déplacement I° - 2) Notion de travail I° - 3) Expression du travail pour une force constante colinéaire au déplacement. I - 3 - 1° Expression du travail I - 3 - 2) Unité du système international de travail et ses multiples I° - 4) Travail moteur, Travail résistant, Travail nul	I° - 5) Application : II° PUISSANCE MECANIQUE II° - 1) Importance du facteur temps II° - 2) Définition II° - 3) Autre expression de la puissance II° - 4) Autres unités II° - 5) Ordre de grandeur : III° EVALUATION :
---	---

DEOULEMENT DU COURS

I° TRAVAIL MECANIQUE D'UNE FORCE :

I° – 1) Notion de déplacement :

Un objet est en mouvement lorsque sa position par rapport à un corps de référence change au cours du temps. Ainsi, l'ensemble des positions successives occupées par un objet au cours de son déplacement est appelé **trajectoire**, c'est le chemin suivi par l'objet.

I° – 2) Notion de travail :

L'ouvrier ou la machine qui soulève une charge, effectue un travail : la charge se déplace, de même que le point d'application de la force.

La locomotive qui tire le wagon en lui exerçant une force de traction, effectue un travail : le wagon et le point d'application de cette force de traction se déplace.

Lorsqu'on lâche une craie, elle tombe sur l'effet de son poids \vec{P} : la craie se déplace ainsi que le point d'application de son poids.

Donc une force \vec{F} effectue un travail noté $W(\vec{F})$ lorsque son point d'application se déplace.

I° – 3) Expression du travail pour une force constante colinéaire au déplacement.

I - 3 - 1) Expression du travail :

On appelle travail d'une force \vec{F} dont le point d'application se déplace d'une longueur L dans sa propre direction et dans son sens, le produit $F.L$ de l'intensité de la force par la longueur du déplacement. $W(\vec{F}) = F.L$

I - 3 - 2) Unité du système international de travail et ses multiples :

Dans le système international (S. I)

- La longueur L (ou distance d) est exprimée en mètre(m) ;
- L'intensité de la force est exprimée en newton (N) ;
- Le travail est exprimé en joule (symbole J)

Le joule (J) est alors le travail effectué par une force d'intensité 1 N lorsque son point d'application se déplace d'un mètre suivant sa droite d'action et dans son sens.

I° - 4) Travail moteur, Travail résistant, Travail nul :

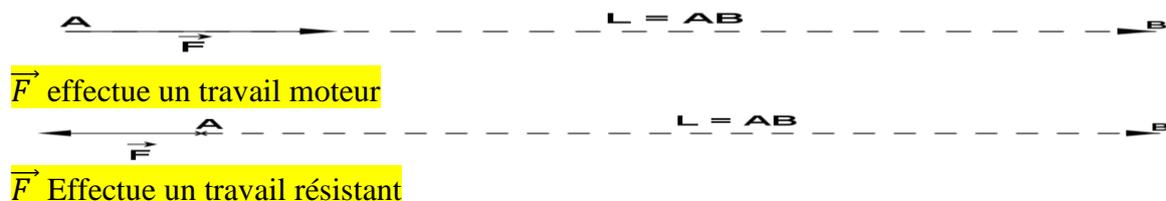
Une force appliquée à un corps peut :

- Contribuer au déplacement : elle est dite motrice ;
- S'opposer au déplacement : elle est dite résistante ;

Ainsi nous distinguons :

- Un **travail moteur** quand la force contribue au déplacement ;
- Un **travail résistant** quand la force s'oppose au déplacement.

Toutefois, lorsque la force est sans effet sur le déplacement (ou sa droite d'action est perpendiculaire au déplacement) **le travail est nul.**



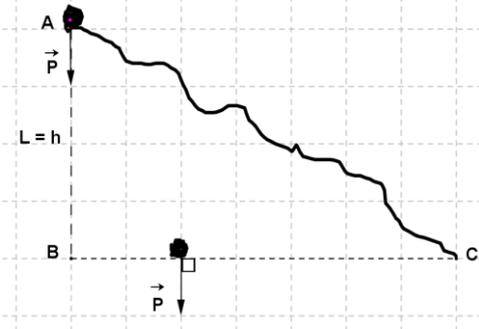
❖ **Remarque : travail du poids d'un corps :**

Lorsque le centre de gravité d'un solide de masse m se déplace verticalement de A à B tel que $L = h$, le travail effectué par son poids est : $W(\vec{P}) = P \cdot h = mgh$

Le **travail** effectué par le poids de B à C **est nul** car sa droite d'action est perpendiculaire au déplacement.

Donc le travail du poids de A à C est égal au travail du poids de A à B.

Nous admettons que le travail du poids est indépendant du chemin suivi, il ne dépend que de la différence d'altitude entre A et B (la hauteur ou dénivellation).



❖ **Remarque :**

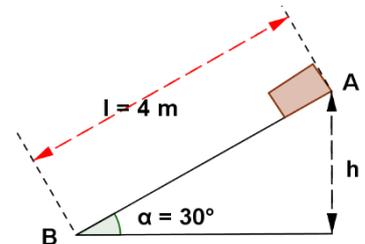
✓ On utilise les préfixes : kilo (k) ; méga (M) ; giga (G) pour former les multiples de certaines unités en physique : kilo = 10^3 ; méga = 10^6 ; giga = 10^9

Ainsi : $1\text{kJ} = 10^3\text{J}$; $1\text{MJ} = 10^6\text{J}$; $1\text{GJ} = 10^9\text{J}$

✓ Lorsque le corps se situe entre deux hauteurs h_1 et h_2 alors $W(\vec{P}) = P \cdot \Delta h$ avec $\Delta h = h_2 - h_1$

I° - 5) Exercice d'application :

Une brique de masse $m = 5\text{kg}$ glisse sur une planche AB de longueur $l = 4\text{m}$ inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport au plan horizontal. On considère que l'ensemble des forces de frottement sont équivalentes à une force unique d'intensité $f = 2\text{N}$.



- Calculer le travail du poids cette brique pour un déplacement de A à B
- Quelle est la nature du travail du poids ? Justifie.
- Calculer le travail effectué par la force f en précisant sa nature.

II° PUISSANCE MECANIQUE :

II° - 1) Importance du facteur temps :

Un ascenseur remonte en 20s une charge de 800 kg à une hauteur de 60m. Un deuxième ascenseur remonte la même charge à la même hauteur en 40s.

Puisque la charge est identique alors les deux ascenseurs fournissent le même travail. Mais le premier est plus puissant que le second car il met moins de temps que le second.

II° - 2) Définition :

On appelle puissance d'une force le travail qu'elle effectue pendant l'unité de temps.

Soit \vec{F} une force ; W le travail qu'elle effectue pendant une durée t et P la puissance correspondante. On a : $P = \frac{W}{t}$

Dans le S. I, la puissance s'exprime en **watt** (symbole **W**), le travail en **Joule** (**J**) et le temps en **seconde** (**s**).

II - 3) Autre expression de la puissance :

On a : $P = \frac{W}{t}$. Comme $W = F \cdot L$ alors $P = \frac{F \cdot L}{t} = F \cdot \frac{L}{t}$

Or, la vitesse constante V de déplacement du point d'application de la force F est $V = \frac{L}{t}$ d'où $P = F \cdot V$

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

❖ **Remarque :**

La relation $P = F \cdot V$ est valable que lorsque les vecteurs force \vec{F} et vitesse \vec{V} ont même direction et même sens.

II° - 4) Autres unités :

On utilise souvent une autre unité de puissance appelée **le cheval-vapeur** de symbole (ch)

1ch = 735 W

Lorsque la puissance P est en kW et le temps t en heure, on peut exprimer le travail en kWh

1kWh = 1 kW. 1h = 1000 W x 3600s = 3 600 000 = **36. 10⁵ J**

II° - 5) Ordre de grandeur de quelques puissances :

Système	Ordre de grandeur
Automobile (véhicule terrestre 1 à 7 places)	2 kW
Train à Grande Vitesse (TGV)	10 MW
Homme travaillant physiquement	150 W
Fusé spatiale	1G W
Moteur de montre	10 ⁻⁶ W
Avion	18000 kW

III° EVALUATION :

Exercice 1 : Recopier et compléter les phrases suivantes par les mots : durée, joule, watt, moteur, longueur, travail, résistant, déplacement.

Un travail est dit si la force et le ont même sens. Il est dit si la force et le déplacement sont de sens contraire. La puissance moyenne d'une force est le quotient du par la mise à l'effectuer. Dans le système international, la puissance a pour unité le

Exercice 2 : Recopie puis encadre la (ou les) bonne (s) relation (s).

2. 1. Expression de la vitesse V : $V = d.t$; $V = t / d$; $V = d / t$

2. 2. Expression de la distance d : $d = V / t$; $d = V . t$; $d = t / V$;

2. 3. Expression du travail W : $W = F / L$; $W = F.V.t$; $W = F . L$; $W = P / t$; $W = P . t$

2. 4. Expression de la force F : $F = L / W$; $F = W / L$; $F = P.t / L$

Exercice 3 : Un mobile M, sous l'action d'une force constante \vec{F} se déplace d'une longueur L pendant une durée t avec une vitesse constante \vec{V} colinéaire à \vec{F} et de même sens.

3. 1. Montrer que la puissance P, se met sous la forme : $P = F . V$

3. 2. Une charge est soulevée à 3,1 m du sol en 3,2 s. La force nécessaire à cette opération reste constante et dirigée suivant la verticale. La puissance moyenne de cette force est de 600 W.

Déterminer la valeur de cette force.

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

CHAPITRE V/ VI

ELECTRISATION PAR FROTTEMENT, LE COURANT ELECTRIQUE

✓ **DUREE : 4 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Recherchez quelques objets de votre environnement. Pouvez-vous les classer en conducteurs et isolants électriques ? Frottez divers objets pris parmi ces deux catégories, approchez-les à de petits bouts de papier. Notez vos observations.

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ces chapitres, l'apprenant devra être capable de :

Chapitre 5 : ELECTRISATION PAR FROTTEMENT	Chapitre 6 : LE COURANT ELECTRIQUE
<ul style="list-style-type: none">❖ Connaître les trois principaux modes d'électrisation et les deux espèces d'électricité❖ Savoir-faire l'interprétation électronique du phénomène d'électrisation.❖ Citer les deux espèces d'électricité.❖ Distinguer conducteurs et isolants électriques.	<ul style="list-style-type: none">❖ Citer quelques conducteurs et isolants électriques.❖ Interpréter la nature du courant électrique.❖ Citer quelques électrolytes.❖ Utiliser les relations : $I = \frac{q}{t}$, $q = ne$

✓ **Introduction :**

Le mot électricité vient du mot grec *elektron* qui signifie ambre jaune, une résine fossile, légèrement cassante. Il émet une odeur agréable quand on la frotte et quand on la brûle, il produit une flamme claire.

Toutefois, l'utilité de l'électricité n'est plus à démontrer aujourd'hui.

Ainsi, pour plus d'efficacité, nous diviserons ce chapitre en deux : **Chapitre 5 : ELECTRISATION PAR FROTTEMENT** et **Chapitre 6 : LE COURANT ELECTRIQUE**

CHAPITRE V

ELECTRISATION PAR FROTTEMENT

✓ **DUREE : 3 HEURES**

✓ **Prérequis :** Forces ; électrons ; ion ; atome ; nuage électronique ; protons ; neutrons ;
Maths : Egalité de rationnels : $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ (b et d différents de zéro)

✓ **Concepts clés :** excès d'électron ; défaut d'électron ; attraction ; répulsion ; conducteur ; isolant ;

✓ **Introduction :**

Quiconque a déjà vécu l'expérience désagréable d'une « décharge électrique » lors d'un contact avec un corps étranger connaît un effet électrostatique. Une autre manifestation de l'électricité statique consiste en l'attraction de petits corps légers (bouts de papier par ex.) avec des corps frottés (règles, pour continuer sur le même exemple.). Ce type de phénomène est même rapporté par **THALES DE MILET**, aux alentours de **600 av. J.-C.** : il avait observé l'attraction de brindilles de paille par de l'ambre jaune frotté...

D'ailleurs, c'est **en 1785** que **CHARLES COULOMB** a étudié l'interaction des corps.

✓ **PLAN DU COURS**

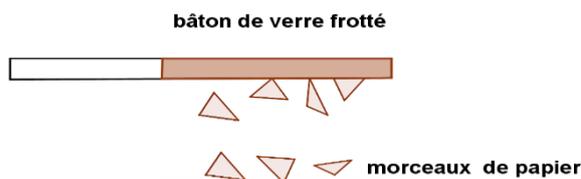
I° ELECTRISATION PAR FROTTEMENT I - 1) Expérience I - 2) Interprétation : I - 3) Autres exemples	III - 2) Conducteurs et Isolants électriques III - 2 - 1) Expérience III - 2 - 2) Conclusion
II° ATTRACTION ET REPULSION II - 1) Expérience II - 2) Interprétation II - 3) Conclusion	IV° ELECTRISATION : TRANSFERT D'ELECTRONS IV - 1) Constituants de l'atome IV - 2) Formation des ions IV - 3) Interprétation de l'électrisation par frottement
III° L'ELECTRICITE III - 1) La charge électrique	V° EVALUATION

DEROULEMENT DU COURS

I° ELECTRISATION PAR FROTTEMENT

I - 1) Expérience :

Approchons de petits morceaux de papier, un bâton de verre frotté avec de la laine. Nous constatons que les bouts de papier sont attirés par la partie frottée.



I - 2) Interprétation :

Lors du frottement le bâton de verre s'est électrisé. On dit aussi qu'il est chargé d'électricité qui se manifeste par l'apparition de forces qui attirent les morceaux de papier.

I - 3) Autres exemples

Des phénomènes d'électrisation interviennent dans notre vie courante :

- Les cheveux attirés par un peigne en plastique ;

- Des vêtements en matière synthétique qui collent à la peau ou qui émettent des étincelles quand on les retire.
- Des décharges électriques que l'on peut ressentir en serrant la main à une personne ;
- La poussière attirée par l'écran d'un téléviseur en fonctionnement.

II° ATTRACTION ET REPULSION

II - 1) Expérience :

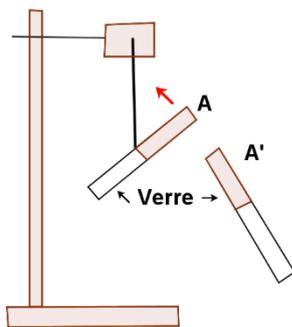


Fig 1: Répulsion

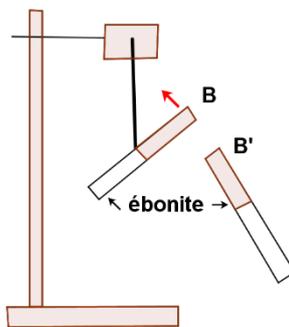


Fig 2: Répulsion

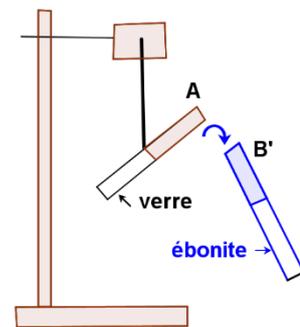


Fig 3: Attraction

Frottées dans les mêmes conditions des corps identiques se repoussent.

Frottées dans les mêmes conditions des corps identiques se repoussent.

Frottées dans les mêmes conditions des corps différents s'attirent.

II - 2) Interprétation :

Le verre comme l'ébonite s'électrisent par frottement.

Les expériences montrent qu'il existe deux interactions entre des porteurs de charges ainsi :

- ✓ Deux corps qui portent des charges de même nature se repoussent.
- ✓ Deux corps qui portent des charges de natures différentes s'attirent.

II - 3) Conclusion :

Les interactions montrent qu'il existe deux sortes d'électricités :

- ✓ Une **électricité positive (+)** : celle qui apparaît sur **le verre frotté avec de la laine**.
- ✓ Une **électricité négative (-)** : celle qui apparaît sur **l'ébonite frotté avec de la fourrure**.

Donc deux corps portant des charges électriques interagissent :

- ✓ Deux corps qui portent des charges d'électricité de même signe se repoussent.
- ✓ Deux corps qui portent des charges d'électricité de signes différents s'attirent.

III° L'ELECTRICITE

III - 1) La charge électrique :

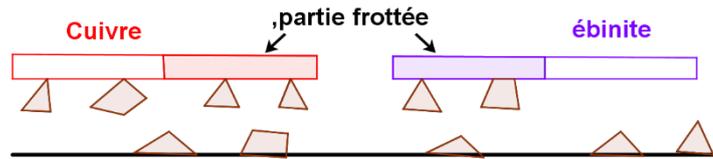
L'électricité est l'ensemble des charges électriques. La charge électrique est une grandeur mesurable dont l'unité est le Coulomb (C). La charge électrique q de porteur pouvant être positive ($+q$) ou négative ($-q$) est un multiple de la charge élémentaire (e), $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Donc $q = ne$ (n étant le nombre de charges élémentaires)

III - 2) Conducteurs et Isolants électriques :

III - 2 - 1) Expérience :

Approchons un bâton de cuivre et un bâton d'ébonite électrisé chacun sur une extrémité, de bouts de papier posés sur une table.



Nous constatons que le bâton de cuivre attire les bouts de papier sur tout son corps même sur sa partie non frottée : c'est un **conducteur**.

Le bâton d'ébonite n'attire les bouts de papier que sur sa partie frottée : c'est un **isolant**.

III - 2 - 2) Conclusion :

L'expérience montre que sur un conducteur, les charges électriques se déplacent facilement alors que sur un isolant, les charges électriques restent immobiles.

Exemple de conducteurs : bois humide ; cuivre ; le fer ; le zinc ; le corps humain ; ...

Exemples d'isolants : bois sec ; verre ; ébonite ; carton ; papier ; les matières plastiques ; l'air sec ; ...

❖ Remarque :

Il existe d'autres formes d'électrisation :

- L'électrisation par contact.
- L'électrisation par influence.

IV° ELECTRISATION : TRANSFERT D'ELECTRONS

IV - 1) Constituants de l'atome

Tous les corps sont constitués à partir de « très minuscules particules » de matière appelées atomes. L'atome est constitué :

- ✓ D'un noyau central chargé positivement (+) renfermant des nucléons dont **les protons** qui sont de charges élémentaires positives $e^+ = + 1,6. 10^{-19} C$ et des neutrons non chargés
- ✓ D'électrons qui sont des chargés élémentaires négatives (-) gravitant autour du noyau.

On le note $e^- = -1,6. 10^{-19} C$

❖ Remarque :

L'atome dans son état normal a autant de **protons** dans son noyau que d'**électrons** dans son nuage électronique. La charge globale de l'atome est nulle : **l'atome est électriquement neutre**. Donc $n e^+ = -n e^-$

IV - 2) Formation des ions

Par frottement, les atomes de la matière deviennent des porteurs de charges par perte ou gain d'électrons : ce sont des **ions**.

Un ion est un atome ou un groupe d'atomes qui a perdu ou gagné un ou plusieurs électrons.

Un ion qui a perdu un ou plusieurs électrons est un **ion positif** appelé **cation**.

Exemples : Na^+ ; Ca^{2+} ; NH_4^+ ; Fe^{2+} ; Al^{3+} ...

Un ion qui a gagné un ou plusieurs électrons est un **ion négatif** appelé **anion**.

Exemples : Cl^- ; SO_4^{2-} ; NO_3^- ; PO_4^{2-} ;

IV - 3) Interprétation de l'électrisation par frottement :

L'électrisation par frottement peut être ramenée scientifiquement à un transfert d'électrons.

V° EVALUATION

Exercice 1 : Contrôle de connaissances

Recopier et compléter les phrases suivantes :

L'électrisation par frottement est un transfert Dans un ... les charges électriques se déplacent. Dans un ... les charges sont localisées là où elles apparaissent.

Les solutions aqueuses qui conduisent le courant électrique contiennent des particules électriquement chargées appelées.... Celles qui ne conduisent pas le courant ne contiennent que des....

Exercice 2 :

Un morceau d'ébonite, frotté par une peau de chat porte une charge $q = -10^{-7} \text{C}$

2.1 L'ébonite porte-t-il alors un excès ou un défaut d'électrons ? Trouver le nombre d'électrons correspondants sachant que la charge de l'électron est $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.

2.2 Trouver le signe et la valeur de la charge portée par la peau de chat.

CHAPITRES VI

ELECTROCINETIQUE : LE COURANT ELECTRIQUE

- ✓ **DUREE : 3 HEURES**
- ✓ **Activités préparatoires :** voir ci-dessus
- ✓ **Prérequis :** quantité d'électricité q ; électrolyse de l'eau ; circuit électrique ; Maths : Egalité de rationnels : $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ (b et d différents de zéro)
- ✓ **Concepts clés :** électron ; charge électrique ; intensité ; ampèremètre ; ampère ; coulomb
- ✓ **Introduction :**

Le mot électricité, qui désigne l'ensemble de ces manifestations, provient de « **elektron** », qui signifie ambre en grec.

Bien que certains phénomènes électriques et magnétiques soient connus depuis la haute antiquité (foudre ; électricité statique ; aimants naturels), ce n'est qu'à partir du XVIII^e S. que prend véritablement forme l'étude systématique des phénomènes électriques.

Ainsi, **en 1799**, **Alessandro VOLTA** invente **la pile électrique**. Ce fut l'ère d'une véritable révolution dans l'étude de l'électricité.

✓ PLAN DU COURS

<u>I° NATURE DU COURANT ELECTRIQUE</u> I - 1) Définition I - 2) Nature du courant électrique I - 3) Quantité d'électricité	III - 3) Mesure III - 4) Unité III - 5) Ordre de grandeur
<u>II° SENS CONVENTIONNEL DU COURANT ELECTRIQUE</u> II - 1) Effets du courant électrique II - 2) Sens conventionnel du courant	<u>IV° LE CIRCUIT ELECTRIQUE</u> IV - 1) Les générateurs de courant IV - 2) Les récepteurs IV - 3) Les fils électriques
<u>III° INTENSITE DU COURANT ELECTRIQUE</u> III - 1) Définition III - 2) Expression	<u>V° PROPRIETE DE L'INTENSITE DU COURANT ELECTRIQUE</u> V - 1) Circuit série : loi d'unicité V - 2) Circuit parallèle : loi des nœuds
	<u>VI° EVALUATION</u>

DEROULEMENT DU COURS

I° NATURE DU COURANT ELECTRIQUE :

I - 1) Définition :

Le courant électrique est dû à un mouvement d'ensemble de porteurs de charges.

Un courant peut-être :

- Continu si le mouvement a lieu continuellement dans le même sens : *il a un sens* ;
- Alternatif si le mouvement s'effectue alternativement dans un sens et dans un autre : *il n'a donc pas de sens*.

I - 2) Nature du courant électrique :

Dans les conducteurs métalliques, les porteurs de charges sont des électrons.

Dans les solutions électrolytiques, les porteurs de charges sont des ions.

I - 3) Quantité d'électricité :

Dans un conducteur, les porteurs de charges en mouvement transportent une quantité d'électricité q multiple de la charge élémentaire e : **$q = n.e$**

II° SENS CONVENTIONNEL DU COURANT ELECTRIQUE :

II - 1) Effets du courant électrique :

L'expérience de l'électrolyse de l'eau a montré que le passage du courant électrique dans un conducteur peut produire quatre effets :

- **Effets calorifiques :**

Tout conducteur parcouru par un courant électrique est le siège d'un dégagement de chaleur.

Cet effet calorifique est mis à profit dans les fers à repasser, les fours électriques, les fusibles, les chauffe eau électriques, ...

- **Effets chimiques :**

Beaucoup de substances fondues ou en solution sont le siège de transformations chimiques lorsqu'elles sont parcourues par un courant électrique.

De telles substances en solution ou fondues sont des **électrolytes** et leur transformation porte le nom d'**électrolyse**.

L'effet chimique est utilisé dans l'industrie (production de gaz, purification de métaux...)

- **Effets magnétiques :**

Le courant électrique et l'aimant ont des effets similaires (déviations) sur les aiguilles aimantées d'une boussole : on dit que le courant électrique a des effets magnétiques.

On l'utilise en électricité pour la fabrication d'appareil de mesure à aiguille.

- **Effets lumineux :**

C'est la production de lumière par certains appareils tels que les tubes luminescents et les lampes témoins (diodes électroluminescentes, écran à plasma...).

II - 2) Sens conventionnel du courant :

Le *sens conventionnel du courant* est celui qui à *l'extérieur du générateur* va de *la borne positive à la borne négative*.

III° INTENSITE DU COURANT ELECTRIQUE :

III - 1) Définition :

L'intensité d'un courant est la quantité d'électricité q par unité de temps t .

III - 2) Expression :

L'intensité d'un courant étant la quantité d'électricité q par unité de temps t alors :

$$I = \frac{q}{t}$$

Or, $q = n \cdot e$

d'où

$$I = \frac{n \cdot e}{t}$$

Cette définition est valable si l'intensité **I** garde une valeur constante au cours du temps.

III - 3) Mesure :

On mesure l'intensité **I** d'un courant électrique à l'aide d'un **ampèremètre** qui est **toujours monté en série dans un circuit électrique**.

❖ **Remarque :**

- ✓ Il existe des ampèremètres à affichage numérique qui donnent une lecture directe de l'intensité.
- ✓ D'autres sont à aiguille, ils ne donnent pas directement la valeur de l'intensité, dans ce cas il est calculé à l'aide de la formule :

$$\text{Valeur mesurée (I)} = \frac{\text{Calibre X nombre de divisions lues}}{\text{Nombre total de divisions}}$$

III - 4) Unité :

Dans le **Système International (S ; I)**, **q** est exprimé en **coulomb (C)** ; **t** en **seconde (s)** et **I** en **ampère (A)**.

L'ampère a des sous multiples assez souvent utilisés et des multiples très rarement utilisés.

III - 5) Ordre de grandeur :

Système	Valeur de l'intensité en A
Appareil électronique	1 mA = 10^{-3} A
Lampe de poche	$\frac{1}{10}$ A = 0,1 A = 10^{-1} A
Foudre	10 000 A
Fabrication d'aluminium	100 000 A

IV° LE CIRCUIT ELECTRIQUE (Rappels) :

C'est le chemin que suit le courant électrique pour aller du générateur aux récepteurs à travers les fils conducteurs.

IV - 1) Les générateurs de courant :

Ce sont des dispositifs électriques qui entretiennent le courant électrique. Il existe divers générateurs électriques :

- ✓ Pile ; batterie d'accumulateur ... ; ils fournissent du **courant continu**.
- ✓ Alternateur ; génératrice de vélo ... ; ils fournissent du **courant alternatif**.

Un générateur a toujours deux bornes : c'est un **dipôle actif**.

IV - 2) Les récepteurs :

Ce sont les autres appareils du circuit que le courant électrique fait fonctionner.

Exemples : électrolyseur ; ampoule ;

IV - 3) Les fils électriques :

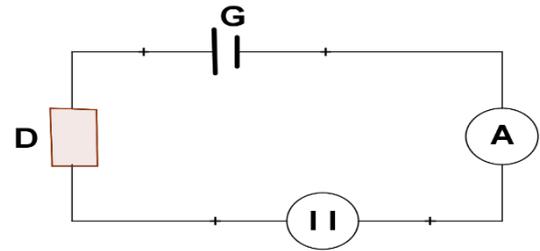
Ce sont les fils conducteurs qui relient les différents appareils d'un circuit, ils permettent le passage du courant. On les appelle aussi les fils de connexion.

V° PROPRIETE DE L'INTENSITE DU COURANT ELECTRIQUE :

Le montage électrique est la réalisation pratique d'un circuit électrique. Il peut-être en série ou en parallèle.

V - 1) Circuit série : loi d'unicité :

Dans un montage en série, l'ampèremètre donne la même valeur de l'intensité I aux différents endroits. Le courant électrique est partout le même : des appareils électriques en série sont parcourus par la même intensité.



Enoncé de la loi d'unicité : L'intensité du courant est la même en tout point d'un circuit série.

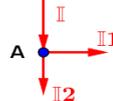
V - 2) Circuit parallèle : loi des nœuds :

Des appareils montés en *parallèle* ou en *dérivation* sont à la même tension électrique.

Définition de nœud : On appelle nœud tout point où aboutissent au moins 3 fils conducteurs.

Loi des nœuds : la somme des intensités qui parviennent à un nœud est égale à la somme des intensités qui partent de ce même nœud.

Loi des nœuds

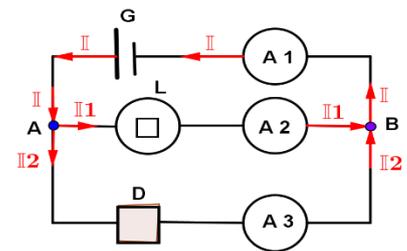


Au nœud A :

$$I = I_1 + I_2$$

Au nœud B :

$$I_1 + I_2 = I$$



VI° EVALUATION

Exercice 1 :

Un technicien dispose d'un générateur, d'un interrupteur fermé, d'un ampèremètre, d'un voltmètre, d'une lampe L et des fils de connexion.

1.1. Fais le montage du circuit permettant au technicien de mesurer l'intensité du courant qui traverse la lampe et la tension entre ses bornes.

1.2. L'ampèremètre est utilisé sur le calibre 500 mA et comporte 100 divisions, l'aiguille indique 80 divisions. Calcule l'intensité qui traverse la lampe.

EXERCICE 2 :

Soit le circuit ci-dessous :

On veut mesurer l'intensité du courant qui traverse la lampe L₄ et la tension aux bornes de la lampe L₁

1°) Quel appareil utilise-t-on pour mesurer :

- a) cette intensité ? b) cette tension ?

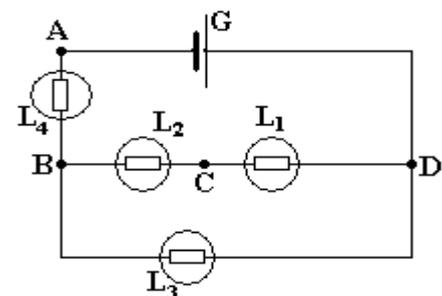
2°) Reprendre le circuit en insérant ces appareils et en précisant leurs polarités mais aussi le sens de circulation du courant.

3°) L'aiguille de l'appareil utilisé pour mesurer cette intensité s'est arrêtée sur la graduation 135 d'une échelle de 150. Si le calibre utilisé est de 1A, calculer cette intensité.

4°) L'intensité du courant qui traverse L₃ est 0,6A. Quelle est celle du courant qui traverse L₂ ?

5°) L'appareil utiliser pour mesurer la tension aux bornes de L₁ possède les calibres suivants : 1 V – 3 V – 7,5 V – 15 V – 150 V – 240 V.

5- a) Si la tension mesurée vaut 2,4V, quel est alors le calibre approprié ?



- 5- b) Quelle est la graduation maximale si l'aiguille s'est arrêtée sur la graduation 24 ?
5- c) La mesure est-elle bonne ? Justifier.
6°) La tension aux bornes de L_2 est de 2,4V et celle aux bornes du générateur, 12V. Quelle est la tension aux bornes de L_4 ?

CHAPITRES VII

RESISTANCE ELECTRIQUE

✓ **DUREE : 4 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Visite chez le réparateur de radios :

1. Découvrir différents conducteurs ohmiques (types, formes).
- 2 Relever les indications marquées sur quelques conducteurs ohmiques. Que signifient ces indications ?

Quelle grandeur physique principale caractérise un conducteur ohmique ? Quelle est son unité dans le S.I ?

- 3 Citer quelques utilisations courantes des conducteurs ohmiques

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

Objectifs spécifiques de la leçon	Niveau taxonomique
Enoncer la loi d'ohm pour un résistor. Identifier l'allure de la caractéristique	Connaissance
Tracer la courbe $U = f(I)$ à partir d'un tableau de mesure. Déterminer la résistance d'un résistor.	Connaissance/ Compréhension
Utiliser la loi d'Ohm. Utiliser l'expression de la résistance d'un fil cylindrique homogène de section constante. Utiliser l'expression de la résistance équivalente pour deux résistors montés en série ou montés en parallèle (l'inverse de la résistance équivalente = somme des inverses).	Résolution de problème
Déterminer la résistance R d'un conducteur ohmique à l'aide d'un ohmmètre (multimètre).	Savoir être/ Savoir faire

✓ **PREREQUIS :** Intensité du courant ; électrisation par frottement ; tension électrique ; (fonction linéaire en Maths) ; Maths : Egalité de rationnels : $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ (b et d différents de zéro)

✓ **Concepts clés :** Conducteur ohmique ; résistance ; **Ohm** (unité de la résistance - Nom d'un physicien Allemand 1789 - 1854) ; résistance équivalente ; potentiomètre ; diviseur de tension ;

✓ **Expérience 1 :**

✓ **Introduction :**

En électricité, le courant électrique est un mouvement d'ensemble de porteurs de charges dans un conducteur.

Toutefois, les porteurs de charges ne se déplacent pas avec la même facilité dans tous les conducteurs. Le matériau conducteur oppose donc une certaine résistance au déplacement des porteurs de charge. Cette résistance est à l'origine de leur échauffement.

En physique, cette résistance est caractérisée par une grandeur électrique appelée **Résistance**.

✓ PLAN DU COURS

<u>I° RESISTANCE D'UN CONDUCTEUR :</u> I - 1) Représentation symbolique d'une résistance I - 2) Influence d'une résistance dans un circuit.	III - 3 - 2) Conséquence
<u>II° RESISTANCE VARIABLE :</u> II - 1) Un Rhéostat II - 2) Un potentiomètre	<u>IV° LA RESISTANCE D'UN FILS</u> IV - 1) Mesure de la résistance d'un fils IV - 1 - 1) Même nature, même section et des longueurs différentes IV - 1 - 2) Même longueur, même nature et des sections différentes IV - 1 - 3) Même longueur, même section, et des natures différentes
<u>III° LOI D'OHM :</u> III - 1) Etude expérimentale de la loi d'Ohm III - 2) Exploitation III - 3) Loi d'Ohm III - 3 - 1) Enoncé de la loi	IV - 2) Conclusion <u>V° ASSOCIATION DE RESISTANCES :</u> V - 1) Résistors en série V - 2) Résistors en parallèle
	<u>VI° EVALUATION :</u>

DEROULEMENT DU COURS

I° RESISTANCE D'UN CONDUCTEUR :

En électronique, une résistance se présente sous la forme d'un petit cylindre sur lequel sont peints des anneaux de différentes couleurs. Une résistance possède deux bornes : c'est un dipôle.

I - 1) Représentation symbolique d'une résistance :

On représente le résistor par le symbole suivant :



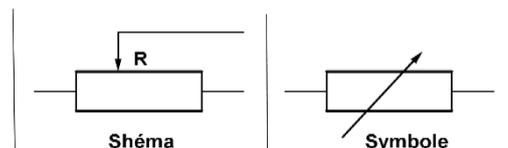
I - 2) Influence d'une résistance dans un circuit :

La réalisation successive de ces deux circuits avec une lampe adaptée permet les observations suivantes :

II° RESISTANCE VARIABLE :

C'est un conducteur dont la résistance R varie plus généralement avec la longueur du fils qui le constitue.

Il est noté :



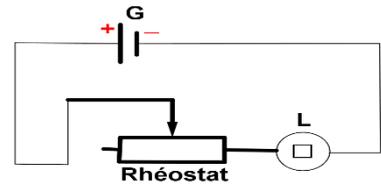
« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

Suivant son montage dans le circuit électrique, la résistance variable est appelée **Rhéostat** ou **Potentiomètre**.

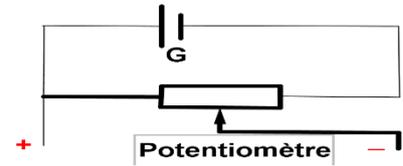
II - 1) Un Rhéostat

Un **rhéostat** est une résistance variable **montée en série** dans un circuit **pour régler l'intensité du courant électrique**.



II - 5) Un potentiomètre

Un **potentiomètre** est une résistance variable **montée en parallèle** dans un circuit **pour régler la tension électrique**.

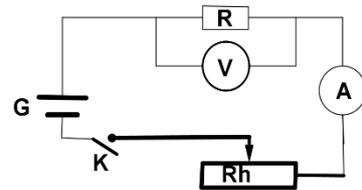


III° LOI D'OHM :

III - 1) Etude expérimentale de la loi d'Ohm :

➤ Circuit expérimental :

- Le circuit comprend :
- Un générateur **G** de courant continu
 - Un interrupteur **K**
 - Un rhéostat **Rh** monté en série
 - Un ampèremètre **A**
 - Un voltmètre **V**
 - Un conducteur Ohmique **R**.



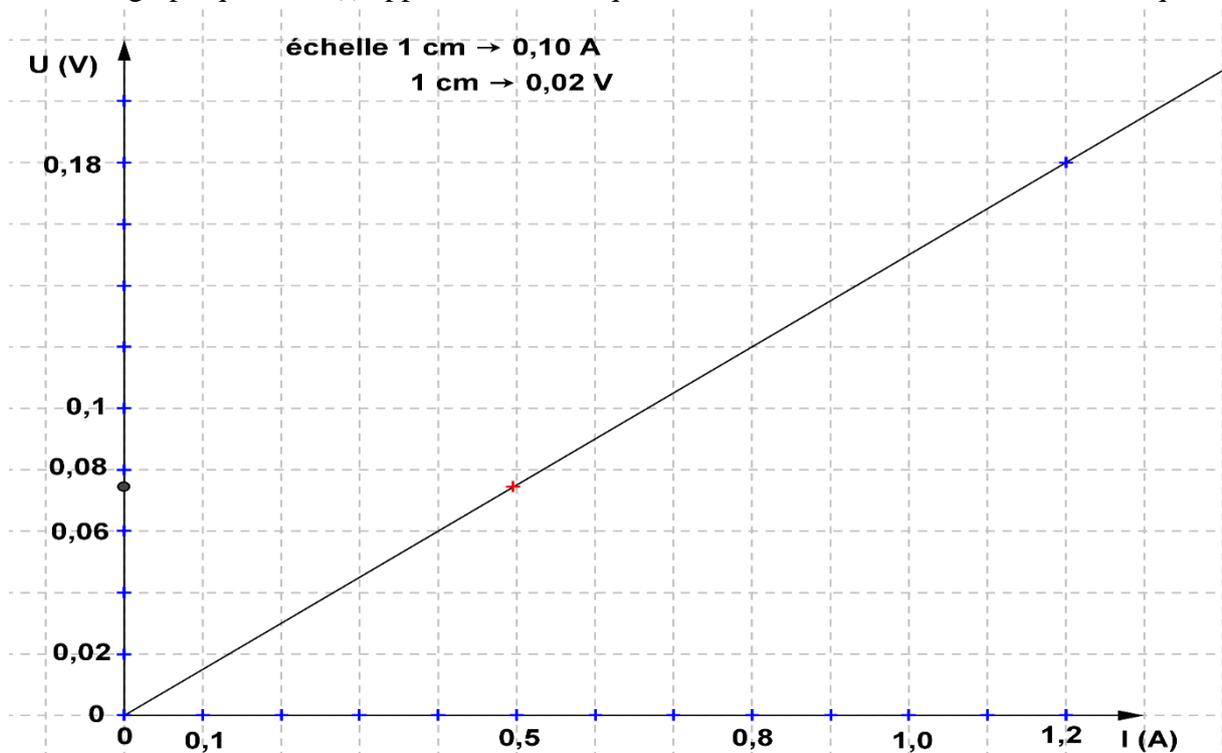
➤ Tableau des mesures :

On constate que lorsque l'intensité **I** du courant qui traverse la résistance varie, la tension **U** varie dans le même sens. Les résultats de mesures sont consignés dans le tableau ci-contre :

I (A)	0	0,5	0,8	1,0	1,2
U (V)	0	0,075	0,125	0,150	0,180

III - 2) Exploitation :

Trace le graphique $U = f(I)$ appelé caractéristique Intensité - tension du conducteur ohmique R



➤ **Caractéristique :**

La caractéristique est une droite passant par l'origine du repère. La tension U aux bornes du conducteur ohmique est une fonction linéaire de l'intensité qui la traverse : U et I sont proportionnels. On peut donc écrire $U = k \cdot I$. Soit $k = \frac{\Delta U}{\Delta I}$ est le *coefficient directeur* de la droite. Prenons les point O (0 ; 0) et M (1,2 ; 0,18), on trouve $k = \frac{0,18-0}{1,2-0} = 0,15$

➤ **Résistance :**

Pour une valeur de U , l'intensité $I = \frac{U}{k}$ est d'autant plus faible que le coefficient k est grand.

k caractérise l'opposition du conducteur ohmique au passage du courant. Nous poserons $k = R$.

La grandeur physique R est appelée **résistance** du conducteur ohmique (dipôle).

Dans le **S**ystème **I**nternational **S.I** la résistance est exprimée en **ohm** (symbole : Ω). Il a des multiples et des sous multiples.

La résistance est mesurée à l'aide d'un appareil appelé *ohmmètre*, il est mis en parallèle avec le conducteur *non alimenté* dont on veut connaître la résistance.

III - 3) Loi d'Ohm :

III - 3 - 1) Enoncé de la loi :

La tension aux bornes d'un conducteur ohmique est proportionnelle à l'intensité du courant qui le traverse. $U = R \cdot I$

III - 3 - 2) Conséquences :

➤ Puissance électrique dissipée par un conducteur ohmique :

La puissance électrique d'un conducteur ohmique est : $P = U \cdot I$

Or, pour un conducteur ohmique $U = R \cdot I$ alors $P = R \cdot I \times I$ d'où $P = R \cdot I^2$

La *puissance électrique* dissipée par conducteur ohmique est égale au produit de sa résistance R par le carré de l'intensité I du courant qui le traverse.

➤ Energie électrique du conducteur ohmique :

L'énergie électrique mise en jeu par un conducteur ohmique est : $E = U \cdot I \cdot t$

Or, pour un conducteur ohmique $U = R \cdot I$ alors $E = R \cdot I \times I \times t$ d'où $E = R \cdot I^2 \cdot t$

L'*énergie électrique* consommée par un conducteur ohmique *est égale* au produit de sa résistance R par le carré de l'intensité I du courant qui le traverse que multiplie la durée t de son fonctionnement.

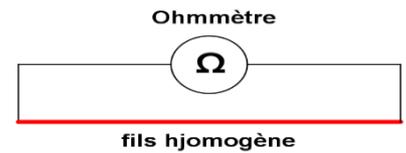
Exercice d'application :

1. Un conducteur ohmique de résistance $R = 18 \Omega$ traversé par un courant $I = 60 \text{ mA}$
Calculer la tension aux bornes d'un conducteur ohmique.
2. Calcule de deux manières différentes la puissance électrique dissipée par ce conducteur.
3. Le conducteur a fonctionné pendant 10 min. Calculer l'énergie électrique mise en jeu par ce conducteur ohmique.

IV° LA RESISTANCE D'UN FILS

IV - 1) Mesure de la résistance d'un fils

Soit S , la section d'un fil homogène de longueur l ; de rayon r et de diamètre d ($d = 2r$). $S = \pi r^2$ ou $S = \pi \frac{d^2}{4}$ (en m^2)



Mesurons à l'aide d'un ohmmètre, les résistances respectives de fils ayant :

IV - 1 - 1) Même nature, même section et des longueurs différentes

L'expérience montre que si $l_1 = 2 l_2 = 3 l_3$ alors $R_1 = 2 R_2 = 3 R_3$

Donc la résistance R d'un fil homogène est proportionnelle à sa longueur l (en m).

IV - 1 - 2) Même longueur, même nature et des sections différentes

L'expérience montre que si $S_1 = 2 S_2 = 3 S_3$ alors $R_1 = \frac{R_2}{2} = \frac{R_3}{3}$

Donc la résistance R d'un fil homogène est proportionnelle à l'inverse de sa section $\frac{1}{S}$

IV - 1 - 3) Même longueur, même sections et des natures différentes

L'expérience montre que les résistances respectives de fils ayant même longueur, même section mais de natures différentes ont des valeurs différentes.

Donc la résistance d'un fil homogène **dépend de la nature du fil**, caractérisée par sa résistivité ρ : elle donc proportionnelle à cette résistivité ρ en Ωm .

IV - 2) Conclusion

Les expériences montrent que la résistance R d'un fil homogène à section constante S est égale au produit de sa résistivité ρ par sa longueur L que divise sa section S : $R = \rho \frac{L}{S}$

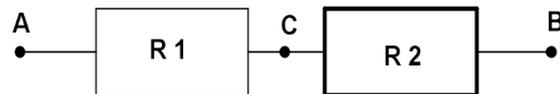
Exercice d'application :

On dispose d'un câble de cuivre de longueur 1 km et de section $1mm^2$. Calculer sa résistance sachant que la résistivité du cuivre est $\rho = 1,60. 10^{-8} \Omega m$

V° ASSOCIATION DE RESISTANCES

V - 1) Résistors en série

Deux résistors R_1 et R_2 sont placés en série dans un circuit entre deux points A et B. Ils sont parcourus par la même intensité I .



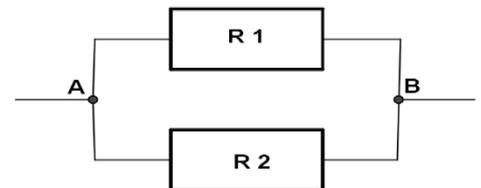
La **loi d'additivité des tensions** nous donne : $U_{AB} = U_{AC} + U_{CB}$. Or, $U = RI$.

D'où $U_{AB} = R_1 I + R_2 I = (R_1 + R_2) I$

Les deux résistors se comportent comme un résistor unique appelée **résistance équivalente R_e** d'où $R_e = R_1 + R_2 + \dots$

V - 2) Résistors en parallèle :

Deux résistors R_1 et R_2 sont placés en parallèle dans un circuit entre deux points A et B. La tension est la même aux bornes des deux résistors.



La **loi des nœuds** nous permet de d'écrire : $I = I_1 + I_2$. Or, d'après la **loi d'ohm** $I = \frac{U}{R}$

$$\left. \begin{array}{l} I_1 = \frac{U}{R_1} \\ I_2 = \frac{U}{R_2} \end{array} \right\} \text{D'où } I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \text{ soit } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

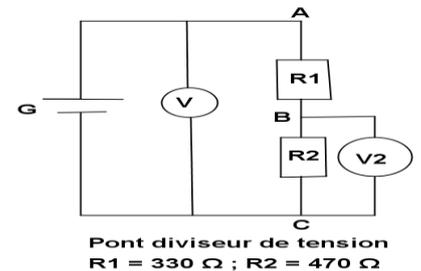
Les deux résistors se comportent comme un résistor unique appelée résistance équivalente R_e

d'où
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{...}}$$

❖ **Remarque : Pont diviseur de tension - Pont diviseur d'intensité**

➤ **Montage diviseur de tension :**

Le montage ci-contre où R_1 et R_2 sont monté en série, le voltmètre V branché entre A et C, mesure la tension aux bornes de l'association. Elle est égale à la tension du générateur : c'est la tension à l'entrée du dispositif, notée U_e . Le voltmètre V_2 branché entre B et C mesure la tension aux bornes de R_2 , notée U_2 ou U_s (tension de sortie)



Pont diviseur de tension
 $R_1 = 330 \Omega$; $R_2 = 470 \Omega$

➤ **Intérêt pratique du montage diviseur de tension :**

Dans la pratique, R_1 et R_2 sont des résistances variables. Donc on peut faire varier le rapport $\frac{R_2}{R_1+R_2}$. On obtient donc partir d'une tension d'entrée U_e constante, une tension de sortie U_s de

valeur ajustable :
$$U_s = \frac{R_2}{R_1+R_2} U_e$$

$$\begin{cases} I = \frac{U_e}{R_1+R_2} \\ U_s = R_2 I \end{cases}$$
 ; Donc la tension de sortie est :
$$U_s = \frac{R_2}{R_1+R_2} U_e$$

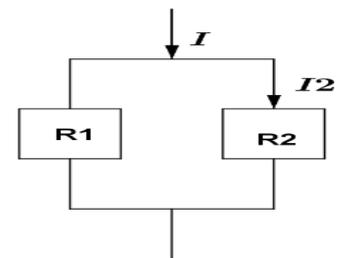
➤ **Conclusion :**

Le pont diviseur de tension permet de réaliser un potentiomètre, c'est un diviseur de tension particulier qui permet d'obtenir une tension ajustable à partir d'une tension constante.

➤ **Pont diviseur d'intensité :** R_1 et R_2 sont monté en parallèle.

En effet, d'après la loi de l'unicité de la tension :
$$\frac{R_2 R_1}{R_1+R_2} I = I_2 R_2$$

Donc
$$I_2 = \frac{R_1}{R_1+R_2} I$$
 Loi de la division d'intensités



VI° EVALUATION

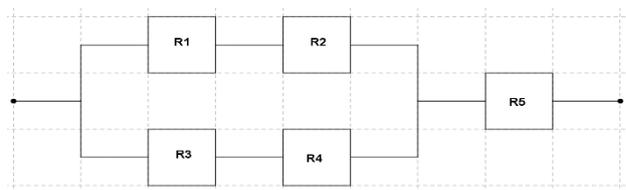
Exercice 1 :

Pour réaliser les $13,2 \Omega$ devant protéger la lampe témoin de l'alarme de sa maison, un électricien ne dispose que deux conducteurs ohmiques de résistances respectives $R_1 = 22 \Omega$ et $R_2 = 33 \Omega$

Quel montage doit-il réaliser pour répondre à cette exigence du constructeur ?

Exercice 2 :

On associe cinq conducteurs ohmiques de résistances R suivant le schéma suivant :



- Détermine la résistance équivalente $R_{1,2}$ à l'association R_1, R_2
- Détermine la résistance équivalente $R_{1,2,3,4}$ à l'association R_1, R_2, R_3, R_4
- Détermine la résistance équivalente $R_{1,2,3,4,5}$ à l'association R_1, R_2, R_3, R_4, R_5

Exercice 3 :

Deux conducteurs ohmiques $R_1 = 330 \Omega$ et $R_2 = 270 \Omega$ sont associés en série. La tension aux bornes de l'association est $U = 12 V$

- Fais un montage.
- Calcule la résistance de l'association.
- Quelle est l'intensité du courant qui traverse chaque conducteur ohmique ?
- Calcule la tension aux bornes de chaque conducteur ohmique en utilisant :
 - La loi d'Ohm.
 - Le pont diviseur de tension.

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

CHAPITRES VIII

ENERGIE ET RENDEMENT

✓ **DUREE : 4 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Recherche documentaire sur les sources d'énergies.

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

❖ Mettre en évidence expérimentale des transformations d'énergie	❖ Utiliser les expressions de puissance et d'énergie électriques dissipées par effet Joule.
❖ Utiliser les expressions de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle,	❖ Utiliser la loi de Joule.
❖ Définir l'énergie mécanique	❖ Prendre conscience de la pollution liée à certaines formes d'énergie.
❖ Citer des formes d'énergie	

✓ **Prérequis :** Sources de lumière ; Vitesse ; puissance électrique $P = U.I$; loi d'Ohm :

$U = R.I$; Maths : Egalité de rationnels : $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ (b et d différents de zéro)

✓ **Concepts clés :**

- La transformation d'énergie et la conservation d'énergie : l'énergie ne peut ni être créée, ni être détruite.
- Moteur : c'est un convertisseur d'énergie : il transforme l'énergie électrique en mécanique.
- L'alternateur est un convertisseur d'énergie : il transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.
- Le rendement d'un dispositif de transformation d'énergie est le rapport de l'énergie restituée utilement à l'énergie reçue par le dispositif.

✓ **Introduction :**

« L'univers dans son ensemble renferme une réserve d'énergie qui ne peut en aucune façon être augmentée ni détruite. Cette réserve est éternelle, inaltérable ». **Herman Von Helmholtz (1821 - 1847)**

C'est dire que l'énergie est partout et ne cesse de changer de forme. Chaque événement aussi petit soit-il déclenche une conversion d'énergie.

✓ **PLAN DU COURS**

I° NOTION D'ENERGIE I - 1) Exemples : I - 2) Définition I - 3) Unité d'énergie	III - 2 - 2) Enoncé de la loi de Joule III - 2 - 3) Expression III - 2 - 4) Applications de l'effet de Joule
II° LES FORMES D'ENERGIE II - 1) Energie mécanique II - 1 - 1) Energie cinétique II - 1 - 2) Energie potentielle II - 2) Energie thermique ou calorifique II - 3) Energie chimique II - 4) Energie nucléaire II - 5) Energie lumineuse	IV° TRANSFORMATION D'ENERGIE IV - 1) Principe de la conservation de l'énergie IV - 2) Conversion d'énergie mécanique en énergie électrique IV - 3) Conversion d'énergie cinétique en énergie calorifique IV - 4) Conversion d'énergie chimique en énergie électrique

M. IBRAHIMA COLY PCEMG en M. S. P 06 / 07 / 2022

III° ENERGIE ELECTRIQUE

- III - 1) Aspect général
- III - 2) Effet Joule
- III - 2 - 1) Définition

IV - 5) Conversion d'énergie électrique en énergie calorifique

V° RENDEMENT

- V - 1) Fonctionnement d'une machine
- V - 2) Rendement d'une machine

VI° EVALUATION :

DEROULEMENT DU COURS

I° NOTION D'ENERGIE

I - 1) Exemples :

Pour leur développement et leurs activités, l'Homme et les animaux ont besoin des aliments. Au cours d'un voyage, une automobile parcourt des distances en consommant du carburant. Le ressort comprimé d'une horloge mécanique fait avancer les aiguilles en se déployant. Les plantes ont besoin de l'énergie solaire pour se développer.

Le carburant ; les aliments ; la lumière ; etc. ... sont des sources d'énergie.

Ces exemples montrent que tout ce qui vit, fonctionne, évolue, nécessite donc de l'énergie

I - 2) Définition :

L'énergie est liée à la notion de travail.

L'énergie est l'aptitude que possède un corps à fournir du travail.

I - 3) Unité d'énergie :

L'unité internationale du travail et celle de l'énergie est le joule (**symbole : J**).

❖ Remarque :

On utilise souvent des unités hors Système International.

Exemples : La calorie (cal) pour l'énergie calorifique : **1cal = 4,18 J**

Le kilowattheure (kWh) pour l'énergie électrique : **1kWh = 36. 10⁵ J**

1kWh = 10³. Or, 1Wh = 1 W x 1 h = 1W x 3600 s d'où 1Wh = 3600 J

II° LES FORMES D'ENERGIE

II - 1) Energie mécanique :

II - 1 -1) Energie cinétique :

L'énergie que possède un corps du fait de son mouvement est appelé **énergie cinétique (E_c)**.

Elle est fonction de sa masse **m** et de sa vitesse **v**. Donc **$E_c = \frac{1}{2} m v^2$**

II - 1 - 2) Energie potentielle :

L'énergie potentielle **E_p** d'un système est celle qu'il possède du fait de sa position ou de la contrainte qu'on l'impose. On distingue :

✓ L'énergie potentielle de pesanteur :

L'énergie potentielle de pesanteur **E_p** est celle que possède un solide situé à une altitude **h**. C'est à dire de sa position par rapport à la terre.

Cette énergie correspond au travail qu'effectue le poids de ce corps lorsque ce dernier retombera sur la terre. Elle a donc pour expression : **$E_p = W (P) = P h = m.g. h$**

✓ L'énergie potentielle élastique :

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

L'énergie potentielle élastique est l'énergie emmagasinée par un corps élastique contraint. Par exemple lorsqu'un ressort est comprimé ou étiré, l'énergie élastique qu'il emmagasine est égale au travail effectué par la force qui a permis cette contrainte.

✓ **Conclusion :**

L'énergie mécanique E_m d'un corps est la somme de son énergie cinétique E_c et de son énergie potentielle de pesanteur E_p : $E_m = E_c + E_p$

Exemple : Un manœuvre qui pousse une brouette fournit de l'énergie mécanique.

II - 2) Energie thermique ou calorifique :

L'énergie thermique ou calorifique est la chaleur que possède un système. C'est une forme d'énergie cinétique.

Exemple : le charbon de bois qui porte l'eau à ébullition fournit de l'énergie thermique.

II - 3) Energie chimique :

Un système possède de l'énergie chimique lorsqu'il peut fournir du travail à partir d'une réaction chimique.

Exemple : la combustion du dihydrogène qui produit une détonation libère de l'énergie chimique ; le moteur à explosion.

II - 4) Energie nucléaire :

Elle correspond à l'énergie de cohésion qui rassemble les protons et les neutrons d'un noyau atomique.

Exemple : l'énergie libérée par une centrale nucléaire ou une bombe atomique.

II - 5) Energie lumineuse :

C'est l'énergie transportée par un faisceau lumineux.

Exemple : le soleil envoie sur la terre de l'énergie lumineuse.

III° ENERGIE ELECTRIQUE

III - 1) Aspect général :

L'énergie électrique E d'un dipôle est égale au produit de sa puissance électrique par la durée de son fonctionnement. $E = P \cdot t$ Or, $P = U \cdot I$ alors $E = U \cdot I \cdot t$

III - 2) Effet Joule :

III - 2 - 1) Définition

L'effet joule est le dégagement de chaleur qui accompagne toujours le passage de courant dans un conducteur.

III - 2 - 2) Enoncé de la loi de Joule :

La quantité de chaleur dégagée par un conducteur ohmique parcouru par un courant électrique est :

- Proportionnelle au carré de l'intensité I du courant qui le traverse ;
- Proportionnelle au temps t de passage du courant ;
- Variable avec la résistance R du conducteur ohmique.

III - 2 - 3) Expression :

La quantité de chaleur dégagée par un conducteur ohmique parcouru par un courant électrique a pour expression :

$W = RI^2 \cdot t$, R en Ohm (Ω) ; I en ampère (A) ; t en seconde (s) et W en Joule (J).

M. IBRAHIMA COLY PCEMG en M. S. P 06 / 07 / 2022

III - 2 - 4) Applications de l'effet de Joule :

L'effet joule possède des applications pratiques dont : chauffe-eau électrique ; fer à repasser ; four électrique ; lampe à incandescent ; fusible de protecteur pour éviter la détérioration des appareils.

IV° TRANSFORMATION D'ENERGIE

IV - 1) Principe de la conservation de l'énergie :

L'énergie ne peut être ni créée ni détruite, elle se transforme. Toute apparition d'une forme d'énergie est précédée de la disparition d'une autre forme d'énergie équivalente.

IV - 2) Conversion d'énergie mécanique en énergie électrique :

- La rotation d'une génératrice de vélo (énergie cinétique) fournit du courant (énergie électrique)
- Branché sur du courant (énergie électrique) un ventilateur tourne (énergie cinétique)

IV - 3) Conversion d'énergie cinétique en énergie calorifique :

Au cours du freinage, la température des pneus augmente (énergie calorifique), ainsi que la vitesse diminue (énergie cinétique).

IV - 4) Conversion d'énergie chimique en énergie électrique :

- Lors de l'électrolyse d'une solution ionique, l'énergie électrique transportée par le courant électrique est transformée en énergie chimique.
- Inversement, l'énergie chimique permet d'avoir de l'énergie électrique dans les piles ou batteries.

IV - 5) Conversion d'énergie électrique en énergie calorifique :

- Le fer à repasser traversé par le courant électrique (énergie électrique) fournit de la chaleur (énergie calorifique)
- Inversement la chaleur (énergie calorifique) produite par les centrales thermiques permet de produire du courant électrique (énergie électrique).

V° RENDEMENT :

L'analyse des transformations d'énergie à travers des cas pratiques (moteurs ; turbines ; pompes ;) permet de distinguer l'énergie utile et l'énergie reçue par un système.

V - 1) Fonctionnement d'une machine :

Une machine pour fonctionner transforme une énergie dite d'entrée E_E ou énergie reçue en une autre forme d'énergie appelée énergie de sortie E_S ou énergie utile.

Une machine en fonctionnement perd toujours de l'énergie appelée énergie d'usure ou perdue E_P . Donc $E_E = E_S + E_P$

V - 2) Rendement d'une machine :

Le rendement d'une machine est le rapport de l'énergie de sortie à l'énergie d'entrée : $r = \frac{E_S}{E_E}$

L'usure inévitable de la machine du fait des frottements, s'accompagne toujours de perte d'énergie E_P , ainsi, $E_S < E_E$. Donc $0 < r < 1$

❖ Remarque :

- ✓ L'énergie étant proportionnelle à la puissance alors si P_S est la puissance de sortie de la machine et P_E sa puissance d'entrée ou reçue alors le rendement est : $r = \frac{P_S}{P_E}$
- ✓ Le rendement d'une machine est toujours inférieur à 1.
- ✓ Le rendement un nombre sans unité, il est abstrait.

VI° EVALUATION :

Exercice 1

Complète par le mot ou le groupe de mots manquant

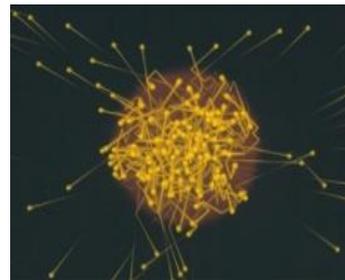
- 1.1 L'énergie que possède un corps du fait de son mouvement est appelée énergie.....
- 1.2 L'...de pesanteur d'un solide de masse m dépend du poids P du solide et de son altitude h .
- 1.3 Leest l'unité internationale de l'énergie.
- 1.4 L'énergie dissipée par un conducteur ohmique est le produit de sa résistance par le carré deque multiplie la durée de fonctionnement.
- 1.5 L'..... est la chaleur qui accompagne le passage du courant électrique.
- 1.6 L'énergie ne se crée ni se perd mais elle se.....

Exercice 2 :

Une automobile a une consommation moyenne de 7,5 L aux 100 km parcourus en 1h. Or la combustion d'un litre d'essence dégage une énergie thermique évaluée à $35 \cdot 10^6$ J.

- 2.1 Calcule l'énergie thermique fournie à cette automobile.
- 2.2 La puissance effective de cette voiture, du point de vue mécanique est évaluée à 18 kW. Quel est le rendement de l'automobile ?
- 2.3 En réalité, les énergies consommées par l'usure (frottements et échauffements) sont évaluées à 4 kW. Calcule le rendement du moteur de cette automobile.

**« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »
ALBERT EINSTEIN**



Lavoisier 1743 - 1794



PROGRAMME DE CHIMIE 3^e DE 2008

CHAPITRES		
NUMERO	TITRES	HORAIRE
P 1	NOTION DE SOLUTION	4
P 2	SOLUTIONS ACIDES SOLUTIONS BASIQUES	2
P 3	PROPRIETES DES METAUX	3
P 4	LES HYDROCARBURES	3

M. IBRAHIMA COLY PCEMG en M. S. P 06 / 07 / 2022

REVISION GENERALE

I° Rappel mathématiques sur l'égalité de deux rationnels $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ (b et d différents de zéro)

Deux rationnels : $\frac{a}{b}$ et $\frac{c}{d}$ (b et d différents de zéro) sont égaux si et seulement si $ad = bc$

II° Mole et Grandeurs molaires :

II - 1) La mole :

La mole est l'unité internationale de la quantité de matière. Elle s'exprime en mol.

II - 2) Masse molaire atomique :

La masse **molaire atomique** M d'un élément est la masse d'une mole d'atomes de cet élément. On la note M et elle s'exprime en g. mol^{-1} .

Remarque : Les masses molaires atomiques sont indiquées dans la classification périodique.

Exemples : M (C) = 12 g / mol ; M (Cl) = 35,5 g / mol ; M (O) = 16 g / mol

II - 3) Masse molaire moléculaire :

La masse **molaire moléculaire** M d'une espèce chimique moléculaire représente la masse d'une mole de cette molécule. M s'exprime en g. mol^{-1} .

Exemples :

✓ Calcul de la masse molaire de l'eau :

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2 M(\text{H}) + 1 M(\text{O})$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = (2 \times 1,0 + 1 \times 16,0) \text{ g. mol}^{-1} = 18,0 \text{ g. mol}^{-1}$$

✓ Calcul de la masse de $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$:

$$M(\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2) = 3 M(\text{C}) + 6 M(\text{H}) + 2 M(\text{Cl})$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2) = (3 \times 12,0 + 6 \times 1,0 + 2 \times 35,5) \text{ g. mol}^{-1} = 113,0 \text{ g. mol}^{-1}$$

II - 4) Volume molaire :

Le volume molaire est le volume occupé par une mole de gaz dans les CNTP. Il s'exprime en L. mol^{-1} et noté V_0 ou V_m . Dans les CNTP $V_m = 22,4 \text{ L. mol}^{-1}$

II - 5) Quantité de matière ou nombre de mole n contenue dans un corps purs

II - 5 - 1) Quantité de matière n contenue dans un corps pur de masse m et de masse molaire M

✓ **Expression :**

On sait que M s'exprime en $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$. Or, le gramme (g) est l'unité de la masse m et mol est celui de la quantité de matière n d'où $M = \frac{m}{n}$ Soit $m = n \cdot M$ et $n = \frac{m}{M}$

✓ **Exemple :**

La vitamine C a pour formule $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$. Un comprimé a une masse de 60,0 mg.

Calculer la quantité de matière n dans un comprimé.

Remarque : Cas des solides et des liquides

✓ Pour les solides, on indique directement la masse : m(g)

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

- ✓ Pour les liquides purs, on indique le volume V et la masse volumique (ρ) du liquide. La masse m n'est donc pas directement donnée. Il faut la calculer.

Rappel : $\rho = m / V$

Formules : $m = \rho \times V$ d'où $n = \rho \times \frac{V}{M}$

II - 5 - 2) Quantité de matière n contenue dans un volume V d'un corps pur gazeux dans les CNTP

- ✓ **Expression :**

Le volume molaire V_m s'exprime en L /mol Soit $V_m = \frac{V_g}{n}$ d'où $V_g = n \cdot V_m$ et $n = \frac{V_g}{V_m}$

- ✓ **Exemple :**

- Trouve le nombre de mole contenu dans 11,2 L de dioxygène pris dans les **CNTP**
- Quel est le volume occupé par 2,5 mol de gaz carbonique (CO_2) pris dans les **CNTP** ou $V_m = 25 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

III° REACTION CHIMIQUE :

Une réaction chimique est une transformation de corps purs en d'autres corps purs.

Les corps qui réagissent et qui disparaissent sont appelés **réactifs**. Les corps purs qui se forment ou qui apparaissent lors de la réaction sont appelés **produits**.

III - 1) Equation bilan

L'écriture : $a A + b B \rightarrow c C + d D$ est une équation bilan

- ✓ A et B sont les réactifs
- ✓ C et D sont les produits
- ✓ **a ; b ; c et d** sont des *coefficients stœchiométriques*.

III - 2) Bilan molaire et relation molaire :

Soit la réaction chimique modélisée par : $a A + b B \rightarrow c C + d D$

Bilan molaire (**B.M**) de la réaction est la relation : $a \text{ mol } b \text{ mol } c \text{ mol } d \text{ mol}$

Relation molaire (**R.M**) de la réaction est la relation : $\frac{n(A)}{a} = \frac{n(B)}{b} = \frac{n(C)}{c} = \frac{n(D)}{d}$

NB : Le relation molaire permet de calculer toutes les autres grandeurs inconnues des produits ayant participé à la réaction.

III° EVALUATION :

Le chlorure d'hydrogène réagit sur le dioxygène en produisant de l'eau et 5 L de dichlore gazeux mesuré dans les CNTP.

- Ecrire l'équation bilan de la réaction.
- Calculer :
 - La masse d'eau formée
 - Le volume de chlorure d'hydrogène ayant réagi.

On donne : $V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$; $H = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $Cl = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

CHAPITRE I

SOLUTIONS AQUEUSES

✓ **DUREE : 6 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Considérer des mélanges liquides de votre environnement. Les classer en mélanges homogènes et en mélanges hétérogènes. Pouvez-vous séparer les constituants des mélanges homogènes ? Si oui comment ? A l'inverse réaliser des mélanges liquides homogènes en partant de corps purs de votre environnement.

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

❖ Préparer une solution de concentration donnée	❖ Montrer l'importance des solutions dans la vie courante
❖ Utiliser les expressions des concentrations molaire et massique volumiques	❖ Utiliser rationnellement les produits dans la préparation des solutions.
	❖ Respecter les consignes de sécurité en manipulant certains produits.

✓ **Prérequis :** Mélanges ; mélange homogène ; masse ; masse molaire ; volume molaire ;

✓ **Concepts clés :** Corps pur ; homogène ; hétérogène ;

✓ **Introduction :**

Il s'agira dans ce chapitre, de faire appréhender l'apprenant d'une part, la notion macroscopique de mélange et des corps purs.

D'autre part, il s'agira de lui faire acquérir progressivement des modèles de description microscopique de la matière ainsi que le vocabulaire scientifique correspondant.

✓ **PLAN DU COURS**

I° NOTION DE SOLUTION I - 1) Mélanges et solutions I - 2) Définition d'une solution I - 3) Composition d'une solution : I - 4) Solution aqueuse I - 5) Les effets thermiques d'une solution	III - 2) Concentration molaire volumique III - 3) Relation entre concentration molaire volumique et concentration massique III - 4) Calcul de la concentration molaire d'une solution commerciale
II° SOLUBILITE D'UNE SOLUTION II - 1) Expérience II - 2) Définition II - 3) Qualités d'une solution	IV° PREPARATION D'UNE SOLUTION V - 1) Par dilution : IV - 1 - 1) Définition IV - 1 - 2) Principe de la dilution IV - 1 - 3) La dilution :
III° CONCENTRATION D'UNE SOLUTION III - 1) Concentration massique	V - 2) Par dissolution d'un composé solide IV - 3) Par ajout de soluté IV - 4) Par mélange de solutions V° EVALUATION :

DEROULEMENT DU COURS

I° NOTION DE SOLUTION

I - 1) Mélanges et solutions :

- Eau + sel : après agitation on obtient de l'eau salée qui est un *mélange homogène*.
- Café + lait : après agitation, on obtient du café au lait qui est un *mélange homogène*.
- Eau + huile : l'eau et l'huile ne se mélangent pas. On obtient un *mélange hétérogène*.

I - 2) Définition d'une solution :

Une solution est un mélange homogène.

❖ Remarque :

La plupart des solutions sont en phase liquide mais il existe des solutions solides (**les alliages**) et des solutions gazeuses comme **l'air**.

I - 3) Composition d'une solution :

Une solution est constituée de deux parties qui sont ses **constituants** :

- Le corps dissout appelé **soluté** est le *constituant minoritaire*. **Ex :** sel ; café ; sucre ; ...
- Le corps qui dissout, appelé **solvant** est le *constituant majoritaire*. **Ex :** eau ; lait ; ...

I - 4) Solution aqueuse :

Une solution aqueuse est une solution dont le solvant est l'eau.

I - 5) Les effets thermiques d'une solution :

La dissolution d'une substance dans l'eau peut être :

- ✓ **Exothermique :** elle se fait avec dégagement de chaleur.
- ✓ **Endothermique :** elle se fait avec absorption de chaleur.
- ✓ **Athermique :** elle se fait sans dégagement ni absorption de chaleur

II° SOLUBILITE D'UNE SOLUTION

II - 1) Expérience :

Laissons tomber quelques cristaux de chlorure de sodium dans de l'eau : ils se dissolvent. Si nous continuons à ajouter du chlorure de sodium, la dissolution se fait de plus en plus lentement puis cesse finalement de se produire : on dit la solution est saturée.

II - 2) Définition :

La solubilité d'une substance dans un solvant est la quantité maximale de matière de cette substance que l'on peut dissoudre dans un volume donné de solvant.

II - 3) Qualités d'une solution :

✓ **Solution saturée :**

Une *solution* est dite *saturée* lorsque son solvant ne peut plus dissoudre du soluté.

✓ **Solution non saturée :**

Une *solution* est dite *non saturée* quand son solvant peut dissoudre du soluté.

✓ **Solution concentrée :**

Une *solution* est dite *concentrée* quand elle est plus ou moins proche de la solution saturée.

Ainsi, il est nécessaire de connaître la quantité de matière de son soluté par rapport à celle du solvant pour mieux l'apprécier : sa concentration.

❖ **Remarque :**

La solubilité d'une solution dépend de *sa température*. La solubilité est d'autant plus importante que la température du solvant est élevée.

Par exemple : 1 L d'eau à 25°C dissout environ 380 g de chlorure de sodium
1 L d'eau à 100°C dissout environ 390 g de chlorure de sodium.

III° CONCENTRATION D'UNE SOLUTION

III - 1) Concentration massique :

La concentration massique C_m d'une solution est la masse m de soluté par litre (V) de solution. C'est une grandeur qui s'exprime en $g.L^{-1}$: $C_m = \frac{m}{V}$

III - 2) Concentration molaire volumique :

La concentration molaire volumique C d'une solution est la quantité de matière n de soluté dissout par litre (V) de solution.

C'est une grandeur qui s'exprime en $mol.L^{-1}$: $C = \frac{n}{V}$

❖ **Remarque :**

- ✓ La température d'ébullition d'une solution est plus élevée d'autant qu'elle est plus concentrée.
- ✓ L'évaporation d'une solution aqueuse augmente sa concentration.

III - 3) Relation entre concentration molaire volumique et concentration massique :

Soit M la masse molaire du soluté. On a : $C_m = \frac{m}{V}$ et $m = nM$. D'où $C_m = \frac{n \times M}{V}$

Or, $C = \frac{n}{V}$ alors $C_m = \frac{n}{V} \cdot M$ Donc $C_m = C \cdot M$

❖ **Remarque :**

- Une solution est dite *molaire* si sa concentration molaire est $C = 1 mol.L^{-1}$
- Une solution est dite *demimolaire* si sa concentration est $C = 0,5 mol.L^{-1}$
- Une solution est dite *décimolaire* si sa concentration est $C = 0,1 mol.L^{-1}$
- La concentration molaire est aussi appelée *molarité*.

III - 4) Calcul de la concentration molaire d'une solution commerciale :

Soit l'étiquette figurant sur une bouteille d'acide chlorhydrique commerciale : $M = 36,46$
Teneur mini : 37 % et $d = 1,15$

Comment calculer la concentration molaire de cette solution ?

Tout d'abord, il faut savoir interpréter les indications de l'étiquette :

- ✓ Le pourcentage indiqué (teneur minimum) correspond à la masse d'acide chlorhydrique ($H^+ + Cl^-$) présente dans 100 g de solution.

Donc 100 g de solution commerciale comprennent alors 37 g (au minimum) d'acide chlorhydrique et 63 g d'eau.

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

- ✓ $M = 36,46$ correspond à la masse molaire de l'acide chlorhydrique ($H^+ + Cl^-$) exprimée en $g.mol^{-1}$.
- ✓ La densité est indiquée par $d = 1,15$. Cette grandeur correspond à la densité de la solution commerciale (acide chlorhydrique + eau).

La masse volumique ρ de la solution se déduit donc de la densité :

Comme $d = \frac{\rho}{\rho_{eau}}$ et $\rho_{eau} = 1 g.mL^{-1}$, on en déduit $\rho = 1,15 g.mL^{-1}$

Comme on cherche la concentration molaire de la solution commerciale, on cherche quelle quantité de matière est comprise dans **1 L** de cette solution.

1 L de cette solution pèse 1150 g d'après la masse volumique.

Or 37% de cette masse est réellement de l'acide chlorhydrique ; on en déduit donc la masse d'acide chlorhydrique dans 1 L de solution : $m = \frac{37}{100} \times 1150 g = 425,5 g$

Pour trouver la quantité de matière correspondant à cette masse, on utilise alors la masse molaire : $n = \frac{m}{M} = \frac{425,5}{36,46} = 11,67 mol$

La concentration molaire en acide chlorhydrique dans la solution commerciale est donc **11,67 mol.L⁻¹**.

Attention ensuite à l'expression du résultat : Le pourcentage est annoncé comme une teneur minimum avec **2 chiffres significatifs** donc la concentration molaire minimum est de **11 mol.L⁻¹**

Formule prête à l'emploi :

Une formule, issue des raisonnements précédents permet de calculer directement cette concentration : $C = \frac{10.d.P}{M}$

Avec : - **d** la densité

- **p** le numérateur du pourcentage exprimé sur la bouteille (ex : 37)

- **M** la masse molaire du soluté

IV° PREPARATION D'UNE SOLUTION

IV - 1) Par dilution :

IV - 1 - 1) Définition :

Diluer une solution c'est y ajouter du solvant : on **diminue** alors **sa concentration** et son **volume augmente**.

IV - 1 - 2) Principe de la dilution :

Pendant la dilution la quantité de matière n ne varie pas. Soit :

n_p La quantité de matière dans la **solution prélevée** et V_p le volume correspondant.

n_f La quantité de matière dans la **solution diluée** et V_f le volume correspondant.

D'où $n_p = n_f$ alors $C_p V_p = C_f V_f$

❖ **Remarque : Facteur de dilution :** Soit :

C_f , la concentration de la solution diluée appelée **solution fille** et V_f le volume correspondant.

C_o , la concentration de la solution à diluer appelée **solution mère** et V_o le volume correspondant.

On définit le facteur de la dilution noté **F** comme le rapport de la concentration de la **solution mère** sur celle de la **solution fille** ou le rapport du **volume fille** sur le **volume mère**.

$$F = \frac{C_o}{C_f} = \frac{V_f}{V_o}$$

Le facteur de dilution est un nombre sans unité, toujours supérieur à 1.

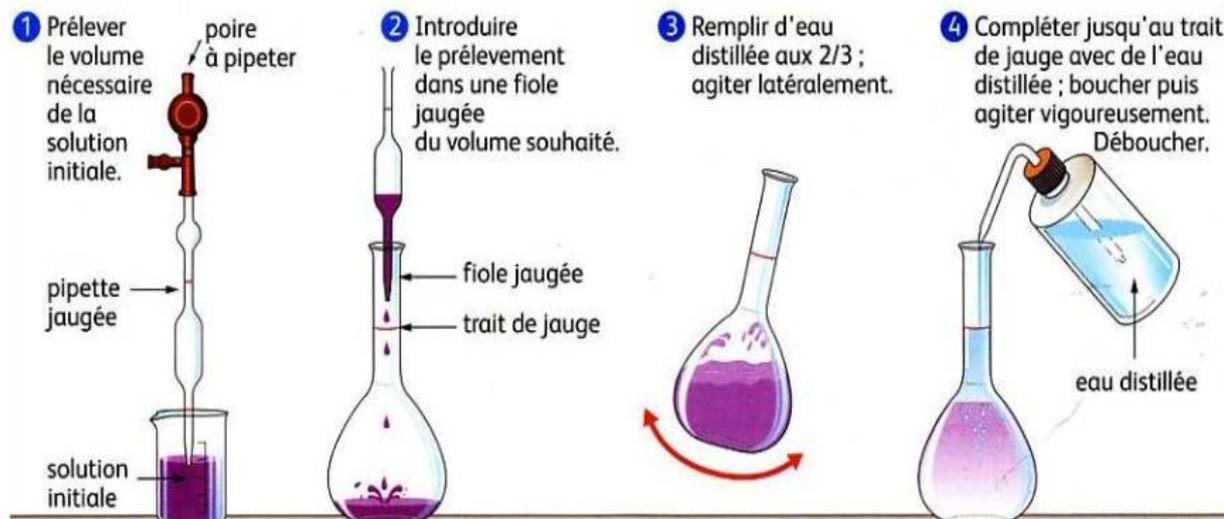
« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

Exemple : Diluer 10 fois une solution revient à diviser sa concentration par 10, la diluer 100 fois revient à diviser sa concentration par 100. On parle aussi de dilution au dixième, au centième. 10 et 100 représente le facteur de dilution.

IV - 1 - 3) La dilution :

Protocole expérimental pour la préparation d'une solution par dilution.



Solution mère

$$n_A \text{ Ou } m_A ; V_o \text{ et } C_o = \frac{n_o}{V_o}$$

APRES DILUTION

Solution fille, obtenue après dilution

$$n_o = n_f \text{ ou } m_o = m_f ; V_f = V_o + V_{\text{eau}}$$

alors $C_f = \frac{n_f}{V_f} = \frac{n_o}{V_o + V_{\text{eau}}}$

❖ **Remarque :** Pendant la dilution :

- ✓ La quantité de matière ne varie pas
- ✓ Le volume augmente
- ✓ La concentration diminue

IV - 2) Par dissolution d'un composé solide :

Procédure expérimentale :

Objectif

Préparer une solution A de concentration connue par dissolution d'un corps solide de masse m dans un volume V d'eau.

Matériel et produit

Balance ; spatule ; verre ou capsule ; fiole jaugée ; pissette ; pipette simple ; eau distillée.

Procédure

Peser en prélevant - Introduire - Remplir au $\frac{3}{4}$ - Jauger - Homogénéiser -

❖ **Remarque :**

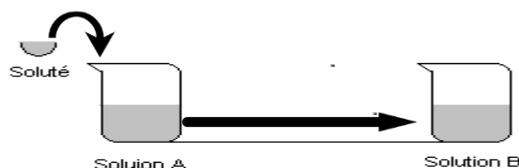
La quantité de matière à dissoudre est : $n = \frac{m}{M}$ (m : masse à dissoudre)

Or, $n = CV$ **Donc** $m = C.M.V$ (avec m en g, M en g.mol^{-1} , V en L et C en mol.L^{-1}).

IV - 3) Par Ajout de soluté :

Procédure expérimentale

Ajoutons modérément du soluté à une solution comme indiquer sur le schéma ci-dessous :



Solution A

$$n_A \text{ Ou } m_A ; V_A \text{ et } C_A = \frac{n_A}{V_A}$$

AJOUT DE SOLUTE



Solution B, obtenue après ajout

$$n = n_A + n' \text{ ou } m = m_B + m'; V_A = V_B$$

$$\text{alors } C_B = \frac{n_B}{V_B} = \frac{n_A + n'}{V_A}$$

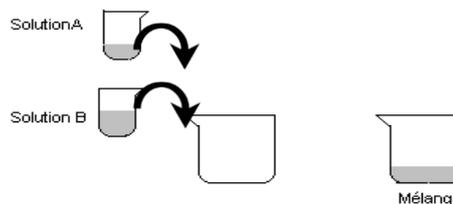
❖ **Remarque :** Lors de l'ajout de soluté dans une solution :

- ✓ Le volume de la solution reste pratiquement inchangé pour une quantité modérée ;
- ✓ La quantité de matière dans la solution augmente ;
- ✓ La concentration augmente.

IV - 4) Mélange de solutions :

Procédure expérimentale

On mélange deux solutions de même nature



Solution A

$$n_A \text{ ou } m_A ; V_A \text{ et } C_A = \frac{n_A}{V_A}$$

Solution B

$$n_B \text{ ou } m_B ; V_B \text{ et } C_B = \frac{n_B}{V_B}$$

Mélange

$$n = n_A + n_B \text{ ou } m = m_A + m_B ;$$

$$V = V_A + V_B \text{ et } C_A = \frac{n_A + n_B}{V_A + V_B}$$

❖ **Remarque :** Lors du mélange de deux solutions de même nature :

- ✓ Le volume final est la somme des deux volumes de A et B
- ✓ La quantité de soluté est la somme des quantités de soluté dans les deux solutions
- ✓ La concentration finale n'est pas égale à la somme des deux concentrations mais est intermédiaire.

V° EVALUATION :

Exercice 1

Complète par le mot ou le groupe de mots manquant

- 1.1 Une solution est un mélange Elle est constituée d'unet d'un
- 1.2 La solution est qualifiée... quand le solvant est l'eau.
- 1.3 La... d'un corps est l'aptitude à se dissoudre dans un autre. Elle dépend de la
- 1.4 La ... d'une solution est la masse de soluté dissoute dans un litre de solution tandis que la ... est le nombre de moles de soluté dissout dans une litre de solution.
- 1.5 On parle de préparation de solution par ... quand on augmente le solvant d'une solution. Au cours de cette opération la quantité de matière ne... pas contrairement à la....
- 1.6 La ... est un matériel qui sert à prélever un petit volume tandis que la ... sert à contenir la solution à préparer.

Exercice 2 :

- 2.1. Quelle masse de pastilles de soude (NaOH) faut-il dissoudre dans 500 mL d'eau pure pour préparer une solution S1 de concentration molaire $C = 2 \text{ mol. L}^{-1}$?
- 2.2. On prélève 10 mL de cette solution à l'aide d'une pipette et on l'introduit dans une fiole de 50 mL on y ajoute de l'eau pure jusqu'au trait de jauge.
 - 2.2.1. Comment appelle-t-on ce procédé ?
 - 2.2.2. Calcule la concentration molaire de la nouvelle solution. En déduire la concentration massique.

CHAPITRE II

SOLUTIONS ACIDES - SOLUTIONS BASIQUES

✓ **DUREE : 4 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Faire rechercher dans l'environnement de l'élève divers exemples de solutions et leur usage. Revenir sur les activités préparatoires possibles du chapitre précédent. Prélever environ 2 mL de chacun des liquides homogènes obtenus et ajouter quelques gouttes de jus de « bissap blanc » dilué. Noter les observations. Conclure.

✓ **Objectifs spécifiques :**

❖ Identifier le caractère acide, basique ou neutre d'une solution en utilisant le BBT.	❖ Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide chlorhydrique et la soude (écrire l'équation ionique d'interprétation).
❖ Mettre en évidence le Caractère ionique des solutions d'acide et de bases (présence d'ions H^+ dans les solutions d'acides et de OH^- dans les solutions basiques).	❖ Utiliser la relation à l'équivalence : $n_A = n_B$
	❖ Prendre les précautions nécessaires pour la manipulation des acides.
	❖ Montrer l'importance des acides et du dosage acido-basique dans la vie courante.

✓ **Prérequis :** quantité de matière ; concentrations ;

✓ **Concepts clés :** acide ; base ; neutralisation ; dosage ; équivalence

✓ **Introduction :**

Depuis la plus haute antiquité, **l'acidité** est une propriété remarquée par les hommes. Elle se manifeste par la saveur aigre de certaines substances, l'attaque des métaux, de certaines pierres, par la corrosion. Par contre, **l'alcalinité** semble liée, au départ, à des substances telles que le carbonate de soude qui « **neutralisent** » les effets des acides et qui sont utilisées comme agents décapants ou comme lessives. Le terme de **basicité** prend peu à peu la place de l'alcalinité mais de manière assez récente.

Toutefois, s'inscrivant toujours, dans l'objectif de la recherche du confort de l'homme, la chimie s'interroge à la nature de la cohabitation des substances acide et basique en relation avec la vie de l'homme.

✓ **PLAN DU COURS**

I° CLASSIFICATION DES SOLUTIONS AQUEUSES	II - 3) Action sur les métaux II - 4) Action sur le calcaire
I - 1) Utilisation du Bleu de Bromothymol : BBT	III° REACTION ACIDO - BASIQUE
I - 1 - 1) Expérience	III - 1) Expérience qualitative
I - 1 - 2) Observation	III - 2) Mise en évidence des produits formés
I - 1 - 3) Résultats expérimentaux	III - 3) Equation bilan de la réaction
I - 2) Définitions	IV° DOSAGE ACIDO - BASIQUE :
I - 2 - 1) Solution acide	IV - 1) Principe du dosage
I - 2 - 2) Solution basique	IV - 2) Dosage acido - basique
I - 2 - 3) Solution neutre	IV - 2 - 1) Expérience :
II° PROPRIETES DES ACIDES ET DES BASES	IV - 2 - 2) Observations
II - 1) Présentation	IV - 2 - 3) Interprétations
II - 2) Conductibilité électrique :	IV - 3) Dosage de l'acide chlorhydrique par la soude
	V° EVALUATION

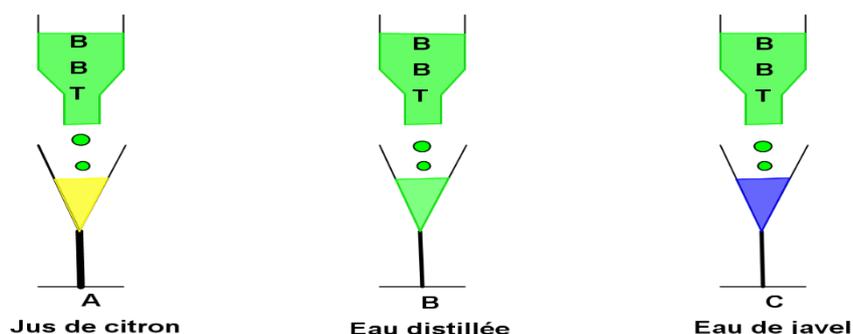
DEROULEMENT DU COURS

I° CLASSIFICATION DES SOLUTIONS AQUEUSES :

I - 1) Utilisation du Bleu de Bromothymol : BBT

I - 1 - 1) Expérience

On dispose de 3 verres à pied A ; B et C contenant respectivement du jus de citron ; de l'eau distillée et de l'eau de javel. On ajoute dans chaque tube quelques gouttes de Bleu de Bromothymol (BBT) de coloration verte.



I - 1 - 2) Observation

La solution A vire au jaune ; la solution B vire au vert et la solution C vire au bleu.

I - 1 - 3) Résultats expérimentaux

	Jus de citron	Eau distillée	Eau de javel
Coloration jaune	X		
Coloration bleue			X
Coloration verte		X	

I - 2) Définitions :

Un **indicateur coloré** est une substance qui change de couleur selon qu'il se trouve en milieu acide ou basique.

Les résultats expérimentaux conduisent à l'identification de trois types de solutions.

I - 2 - 1) Solution acide :

Une **solution acide** est toute solution qui fait virer le BBT en **jaune**.

Exemples : jus de citron ; infusion de bissap ; chlorure d'hydrogène HCl ; acide sulfurique H_2SO_4 ; acide nitrique HNO_3 ; vinaigre ; ...

I - 2 - 2) Solution basique :

Une **solution basique** est toute solution qui fait virer le BBT en **bleu**.

Exemples : Lessive ; cendre ; eau de javel ; hydroxyde de sodium NaOH ; hydroxyde de potassium KOH ; hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$; eau de chaux ; ...

I - 2 - 3) Solution neutre :

Une **solution neutre** est toute solution qui laisse le BBT en **vert**.

Exemples : eau distillée ; solution de chlorure de sodium (eau + sel de cuisine)

❖ **Remarque :**

Il existe d'autres indicateurs colorés, on peut citer entre autres l'hélianthine ; le tournesol ; la phénolphthaléine ; le rouge de phénol ; le Rouge neutre.

II° PROPRIETES DES ACIDES ET DES BASES

II - 1) Présentation :

- ✓ Une solution acide est obtenue par dissolution d'un acide dans l'eau.
- ✓ Une solution basique est obtenue par dissolution d'une base dans l'eau.

II - 2) Conductibilité électrique :

Les solutions aqueuses acides et basiques conduisent le courant électrique (électrolyse de l'eau) : elles sont donc ioniques.

- ✓ Les solutions aqueuses acides renferment toutes des ions H^+
- ✓ Les solutions aqueuses basiques renferment toutes des ions HO^-

II - 3) Action sur les métaux :

- ✓ Les acides en contact avec certains métaux comme le Zinc ; le Fer ; l'Aluminium ; ... produisent souvent une réaction dans certaines conditions.
- ✓ Les bases ne réagissent pas avec la plupart des métaux

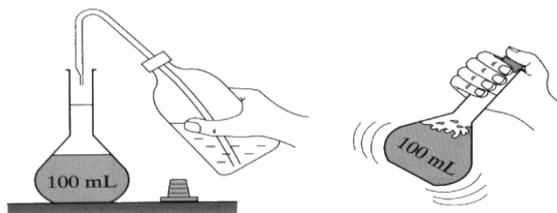
II - 4) Action sur le calcaire

➤ **Expérience :**

Dans une fiole ou un tube à essai introduisons un morceau de craie (carbonate de calcium $CaCO_3$), ajoutons une solution d'acide chlorhydrique.

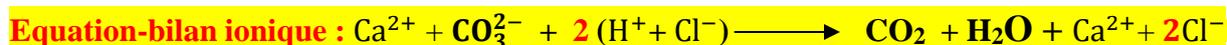
➤ **Observation :**

Une vive effervescence se produit sur la craie : un gaz se dégage.



➤ **Interprétation :**

Le gaz obtenu trouble l'eau de chaux : c'est du **dioxyde de carbone CO_2** . Un corps pur nouveau s'est formé : du chlorure de calcium $CaCl_2$. Les solutions acides réagissent sur le calcaire.



❖ **Remarque :**

La réaction entre l'acide chlorhydrique et le calcaire permet :

- ✓ L'identification des roches calcaires en géologie
- ✓ Le détartrage des carreaux.

Dans un laboratoire :

- ✓ Éviter de goûter aux solutions car elles sont généralement très concentrées et corrosives ;
- ✓ Porter des gants ; des lunettes ; un masque et une blouse pour se protéger.

III° REACTION ACIDO - BASIQUE

III - 1) Expérience qualitative

Dans un bêcher, contenant une solution de soude ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) versons quelques millilitres d'une solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}^+ + \text{Cl}^-$)

Nous constatons que la température s'élève légèrement.

III - 2) Mise en évidence des produits formés :

Evaporons à sec le mélange obtenu : nous obtenons des cristaux de chlorure de sodium (sel de cuisine) NaCl

III - 3) Equation bilan de la réaction :



Généralisation :

La réaction entre un acide et une base est *exothermique* et donne **du sel** et de **l'eau**.



IV° DOSAGE ACIDO - BASIQUE :

IV - 1) Principe du dosage :

Doser une solution A c'est déterminer sa concentration.

Pour doser une solution A, on fait réagir A sur une solution B de concentration connue. La réaction de dosage doit être **rapide, totale, facilement observable**.

IV - 2) Dosage acido - basique :

Doser une solution aqueuse d'un acide ou d'une base c'est déterminer sa concentration en réalisant une réaction **acide - base**.

IV - 2 - 1) Expérience :

Dans un bêcher renfermant un volume V_A de solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire C_A inconnue (**solution à titrer**), ajoutons quelques gouttes de **BBT**.

A l'aide d'une burette, laissons couler progressivement une solution de soude de concentration molaire C_B connue (**solution titrée ou titrante**)

IV - 2 - 2) Observations :

Nous constatons que :

- ✓ La coloration jaune de l'acide diminue progressivement ;
- ✓ Après quelques millilitres de base versée, la coloration du mélange devient verte ;
- ✓ Lorsque nous ajoutons une goutte de plus, la coloration est bleue.

IV - 2 - 3) Interprétation :

- ✓ **Neutralisation partielle :**

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

La diminution progressive de la coloration jaune lorsqu'on verse un volume V_B de base, montre que les moles de base versée ne sont pas suffisantes pour faire réagir toutes les moles d'acide : on dit que la *neutralisation est partielle*.

Avant le point équivalent, la neutralisation de l'acide par la base est partielle.

Dans le cas où la solution titrante est de l'acide on observerait une diminution progressive de la coloration bleue de la solution basique avant le point équivalent.

✓ **Au point équivalent :**

Lorsque la coloration du BBT est **verte**, le mélange est *neutre*.

Toutes les moles d'acide ont réagi avec toutes les moles de base : on dit qu'on est **au point équivalent**. **La neutralisation est totale.**

Au point équivalent, toutes les moles d'acide ont réagi avec toutes les moles de base : $n_A = n_B$



Soit C_A la concentration de l'acide ; V_A son volume ; C_B la concentration de la base V_B son volume alors : $n_A = C_A V_A$ et $n_B = C_B V_B$ d'où **$C_A V_A = C_B V_B$** , *relation de neutralisation valable au point équivalent pour une réaction qui se fait mole à mole.*

✓ **Après le point équivalent :**

Toutes les moles d'acide ont été neutralisées et il y a un excès de moles de base versées, la coloration est alors **bleue**.

Dans le cas où la solution titrante est de l'acide la coloration serait jaune après le point équivalent.

IV - 3) Dosage de l'acide chlorhydrique par la soude

MATERIEL ET PRODUITS :

- Deux béchers de 100 mL ; burette graduée de 25 mL avec potence ; Propipette ; agitateur magnétique ;
- Solution d'acide chlorhydrique de concentration inconnue ; solution de soude de concentration connue ; solution de BBT.

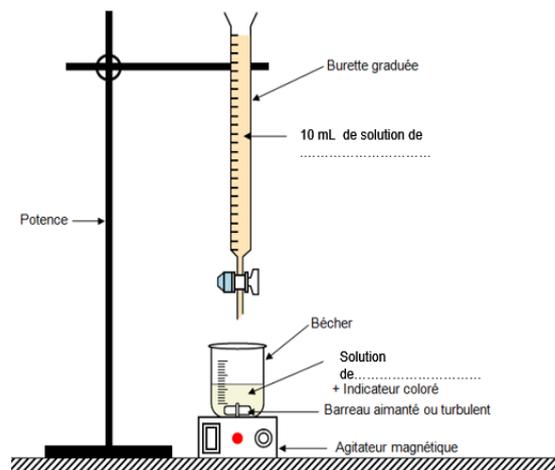
PROTOCOL EXPERIMENTAL :

- **Prélever** à l'aide de la **propipette**, un volume $V_A = 20$ mL de la solution acide, le verse

Dans **un b cher** et ajouter quelques gouttes de BBT afin que la solution soit colorée au jaune clair.

➤ Remplir **la burette graduée** avec la Solution basique de concentration $C_B = 0,1 \text{ mol/L}$ et ajuster le zéro en laissant écouler le liquide excédentaire dans le 2^e b cher, placé sous la burette.

➤ Placer le b cher contenant l'acide sur L'agitateur en glissant une feuille de papier entre le b cher et l'agitateur magnétique, plonger le barreau magnétique dans la solution acide puis faire fonctionner.



Détermination du point équivalent.

Pour ce faire, versons millilitre par millilitre la solution de soude jusqu'à l'obtention du changement de couleur du BBT. Par lecture sur la burette noter le volume V de soude vers . Re commençons en affinant la mesure, à l'approche du changement de couleur du BBT, laisser couler goutte à goutte la solution de soude au voisinage du point équivalent. Arrêtons à la goutte qui provoque le changement de couleur du BBT après agitation. Relevons le volume V_B vers .

➤ **Calcul :**

Ecrire l'équation bilan de la réaction.

Calculer ensuite la concentration molaire C_A de la solution d'acide chlorhydrique.

❖ **Remarque : dosage colorimétrique :**

- ✓ Un dosage est dit **colorimétrique** si le point équivalent est déterminé à l'aide d'un **indicateur coloré**.
- ✓ **Dans les conditions normales :**
 - Le chlorure d'hydrogène est gazeux
 - L'acide sulfurique et l'acide nitrique sont liquides
 - L'hydroxyde de sodium ; l'hydroxyde de potassium sont solides.

V^o EVALUATION :

On dose 15 mL d'acide chlorhydrique par une solution d'hydroxyde de sodium 1,5 molaire en présence de BBT.

1. Quelle solution met-on dans la burette ?
 - a. Comment appelle-t-on ce dosage ? Justifie ta réponse.

- b. Donner la coloration de la solution contenue dans le bêcher au début ; à la fin du dosage et au cas où il y aurait une goutte de trop.
2. Le volume de base nécessaire pour atteindre le point d'équivalence est de 21 mL
- a. Calculer la concentration molaire C_A de l'acide puis en déduire sa concentration massique.
- b. Calculer la masse de sel formé.

On donne : H : 1g/mol ; Cl : 35,5 g/mol ; Na : 23 g/mol ; O : 16 g/mol

CHAPITRE III

PROPRIETES DES METAUX

✓ **DUREE : 4 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

1. Quels sont les métaux que vous connaissez ?
2. Où trouve-t-on ces métaux ? A quelles fins les emploie-t-on ?
3. Citez quelques propriétés caractéristiques de ces métaux.

✓ **Objectifs spécifiques :**

❖ Reconnaître un métal par son aspect physique.	❖ Prendre conscience de l'intérêt de la protection des métaux.
❖ Comparer les propriétés physiques des métaux usuels.	❖ Choisir le métal le mieux adapter pour une utilisation donnée.
❖ Ecrire les équation-bilan des réactions (équations ioniques).	❖ Prendre les précautions nécessaires pour la manipulation des acides et l'utilisation du brûleur.

✓ **Prérequis :** réaction chimique ; bilan molaire ;

✓ **Concepts clés :** Corrosion ; oxydation ; rouille ; corps métallique ; métal ; alliage ;

✓ **Introduction :**

La **Métallurgie** est la partie de la **Chimie** qui s'occupe du traitement des **métaux** et des moyens de les séparer des substances avec lesquelles ils sont mêlés et combinés dans le sein de la terre, afin de leur donner l'état de pureté qui leur est nécessaire pour pouvoir servir aux différents usages de la vie.

Toutefois, la **chimie**, en visant toujours le confort de l'homme, étudie les effets de l'environnement sur ses métaux (dioxygène à froid ; à chaud ; acide ; bases). Ainsi, pour **améliorer certaines propriétés physiques et mécaniques des métaux, l'homme a dû créer les alliages**. D'ailleurs, l'un des premiers alliages réalisés par l'homme fut le bronze, un mélange de cuivre et d'étain.

✓ **PLAN DU COURS**

<p>I° PROPRIETES PHYSIQUES DES METAUX</p> <p>I - 1) Propriétés caractéristiques : I - 2) Corps métalliques : les alliages : I - 3) Tableau comparatif de quelques propriétés</p> <p>II° PROPRIETES CHIMIQUES DES METAUX</p> <p>II - 1) Oxydation à froid : II - 1 - 1) Oxydation à froid du fer II - 1 - 2) Oxydation à froid de l'aluminium II - 1 - 3) Les hydrocarbonates : II - 2) Oxydation à chaud : II - 2 - 1) Oxydation à chaud du fer</p>	<p>II - 2 - 2) Oxydation à chaud de l'aluminium II - 2 - 3) Oxydation à chaud du zinc II - 2 - 4) Oxydation à chaud du cuivre II - 2 - 5) Oxydation à chaud du Plomb</p> <p>III° ACTION A FROID DES ACIDES DILUES SUR LES METAUX</p> <p>III - 1) Présentation des acides : III - 1 - 1) De l'acide chlorhydrique III - 1 - 2) De l'acide sulfurique III - 1 - 3) De l'acide nitrique III - 2) Action à froid des acides dilués III - 2 - 1) Expériences III - 2 - 2) Résultats expérimentaux</p> <p>IV° EVALUATION :</p>
--	---

DEROULEMENT DU COURS

I° PROPRIETES PHYSIQUES DES METAUX

I - 1) Propriétés caractéristiques :

Un **métal** se distingue du **non métal** par certaines caractéristiques. Citons entre autres :

- **Son éclat métallique** : poli, il prend un aspect brillant ;
- **Sa plasticité** : il est déformable et façonnable sans rupture ;
- **Sa conductibilité électrique** : il conduit le courant électrique ;
- **Sa conductibilité thermique** : il conduit la chaleur ;

I - 2) Corps métalliques : les alliages

Dans la vie courante, un métal est rarement utilisé à l'état pur. **Les objets dits métalliques** sont des alliages.

Un alliage résulte du mélange de plusieurs corps dont un ou plusieurs métaux. Les alliages permettent d'améliorer certaines propriétés physiques et mécaniques des métaux usuels que sont : **le Cuivre ; l'aluminium ; le Zinc ; le Fer et le Plomb.**

I - 3) Tableau comparatif de quelques propriétés :

Métaux	Symbole et masse molaire en g/mol	Aspect ou couleur	Masse volumique en $g.cm^{-3}$	T° de fusion	T° d'ébullition	Conductibilité électrique et thermique
Fer	Fe 56	Blanc grisâtre	7,8	1540°C	3230°C	4 ^{ème}
Zinc	Zn 65	Blanc bleuté	7,1	420°C	920°C	3 ^{ème}
Aluminium	Al 27	Blanc poli	2,7	680°C	1800°C	2 ^{ème}
Cuivre	Cu 63,5	Rougeâtre bel éclat poli	8,9	1083°C	2200°C	1 ^{er}
Plomb	Pb 207	Blanc éclatant	11,3	327°C	1700°C	5 ^{ème}

II° PROPRIETES CHIMIQUES DES METAUX

II - 1) Oxydation à froid :

Abandonnés à l'air libre, les métaux se corrodent : ils perdent leur éclat métallique.

La *corrosion* est la détérioration superficielle d'un métal sous l'action de certaines substances (air ; eau ; acides ; bases)

II - 1 - 1) Oxydation à froid du fer :

A l'air libre, le fer se recouvre d'une couche poreuse de couleur brune appelée **rouille**. La fabrication de la rouille est une *réaction chimique lente*.

A l'air humide l'action du dioxygène produit de l'**oxyde ferrique Fe₂ O₃**. Cette réaction est plus rapide avec l'eau salée.

L'équation bilan de la réaction est : $4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 \longrightarrow 2 \text{ Fe}_2 \text{ O}_3$

La vapeur d'eau **H₂O** de l'air humidifie l'**oxyde ferrique** formé **Fe₂ O₃**. Le mélange **oxyde ferrique Fe₂ O₃** et eau **H₂O** est l'oxyde **ferrique hydraté (Fe₂ O₃ ; H₂O)** appelé **rouille**.

II - 1 - 2) Oxydation à froid de l'aluminium :

L'aluminium abandonné à l'air libre, se recouvre d'une couche superficielle imperméable et protectrice qui ternit son éclat métallique. Cette couche appelée **alumine Al₂ O₃** est le produit de la réaction entre l'aluminium et le dioxygène.

L'équation bilan de la réaction est : $4 \text{ Al} + 3 \text{ O}_2 \longrightarrow 2 \text{ Al}_2 \text{ O}_3$

L'alumine dont la température de fusion est **2000°C** est plus réfractaire que et moins fusible que l'aluminium. Il empêche l'écoulement de l'aluminium fondu liquide à **680°C**.

II - 1 - 3) Les hydrocarbonates :

A l'air libre le Zinc ; le Cuivre et le Plomb se recouvrent chacun d'une couche imperméable protectrice. Cette couche est appelée hydrocarbonate du métal. Ainsi, on a :

- ✓ Avec le Zinc, l'hydrocarbonate de zinc (**ZnCO₃ ; H₂O**)
- ✓ Avec le Cuivre, l'hydrocarbonate de cuivre (**CuCO₃ ; H₂O**)
- ✓ Avec le Plomb, l'hydrocarbonate de plomb (**PbCO₃ ; H₂O**)

❖ Remarque :

- ✓ On protège le fer en le recouvrant d'une couche de peinture ; d'émail ; de graisse ; en le galvanisant ;
- ✓ Le zinc est utilisé pour la protection du fer dans les toitures.

II - 2) Oxydation à chaud :

II - 2 - 1) Oxydation à chaud du fer

Versons du fer en poudre sur la flamme d'un bec à gaz. Il se produit un jaillissement d'étincelles qui sont des grains d'oxyde magnétique incandescents. Le fer réagit à chaud avec le dioxygène **O₂** pour donner de l'**oxyde magnétique Fe₃ O₄**.

L'équation bilan de la réaction est : $3 \text{ Fe} + 2 \text{ O}_2 \longrightarrow \text{ Fe}_3 \text{ O}_4$

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

- ❖ **Remarque :** La plupart des minerais de fer sont sous forme d'oxyde magnétique.

II - 2 - 2) Oxydation à chaud de l'aluminium :

Versons de la poudre d'aluminium sur la flamme d'un brûleur. On observe un jaillissement d'étincelles. Ces étincelles sont constituées de grains d'alumine Al_2O_3 incandescents. Cette alumine est le produit de la réaction entre le dioxygène et l'aluminium.

L'équation bilan de la réaction est : $4 Al + 3 O_2 \longrightarrow 2 Al_2 O_3$

II - 2 - 3) Oxydation à chaud du zinc :

Lorsque l'on brûle de la poudre de zinc dans du dioxygène, on observe une poudre blanche d'**oxyde de zinc, ZnO** .

L'équation bilan de la réaction est : $2 Zn + O_2 \longrightarrow 2 ZnO$

- ❖ **Remarque :** L'oxyde de zinc est un produit utilisé dans la synthèse de certains médicaments et certaines peintures.

II - 2 - 4) Oxydation à chaud du cuivre

Chauffons une lame de cuivre à la flamme d'un bec à gaz.

Sur la partie **très chaude** de la lame, il se forme un oxyde de cuivre de cuivre noir dit **oxyde cuivrique, CuO** .

Sur la partie adjacente, **moins chaude**, apparaît un oxyde rouge appelée **oxyde cuivreux Cu_2O** .

Les équations bilan de la réaction peuvent s'écrire : $2 Cu + O_2 \longrightarrow 2 CuO$



II - 2 - 5) Oxydation à chaud du Plomb

A $327^\circ C$, le plomb fond, le dioxygène de l'air réagit avec le plomb liquide et donne à cette température une couche jaune d'**oxyde de plomb** ou **massicot PbO**

L'équation bilan de la réaction est : $2 Pb + O_2 \longrightarrow 2 PbO$

A $450^\circ C$, et maintenu pendant longtemps en contact avec le dioxygène de l'air, le **massicot PbO** donne un autre oxyde de plomb appelé **minium, Pb_3O_4** .

L'équation bilan de la réaction est : $6 PbO + O_2 \longrightarrow 2 Pb_3O_4$

- ❖ **Remarque :** L'équation poussée du plomb peut donner directement le minium :

L'équation bilan de la réaction est : $3 Pb + 2 O_2 \longrightarrow Pb_3O_4$

III° ACTION A FROID DES ACIDES DILUES SUR LES METAUX

III - 1) Présentation des acides :

III - 1 - 1) De l'acide chlorhydrique :

Dans les conditions normales, le chlorure d'hydrogène **HCl est gazeux**. Il se dissout facilement dans l'eau (450L / L d'eau à $20^\circ C$) pour donner une solution de chlorure d'hydrogène ou solution d'acide chlorhydrique. $HCl \xrightarrow{\text{eau}} H^+ + Cl^-$

Au laboratoire, on y trouve de l'acide chlorhydrique concentré. Pour les usages domestiques, il doit être très dilué car très **corrosif**. Sa masse molaire moléculaire est $36,5 g.mol^{-1}$

M. IBRAHIMA COLY PCEMG en M. S. P 06 / 07 / 2022

III - 1 - 2) De l'acide sulfurique :

Dans les conditions normales, l'acide sulfurique H_2SO_4 est liquide. Il se dissout dans l'eau pour donner une solution d'acide sulfurique. $\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{eau}} 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

Au laboratoire, il est très utilisé pour la *synthèse* d'autres acides ou la *déshydratation* de certains produits du fait de sa grande avidité d'eau. Il doit être très dilué car très *corrosif*. Sa masse molaire moléculaire est 98 g.mol^{-1}

L'acide sulfurique réagit à froid presque avec tous les métaux usuels en produisant du dihydrogène, mais *ne réagit pas avec le cuivre*.

III - 1 - 3) De l'acide nitrique :

L'acide nitrique HNO_3 est liquide dans les conditions normales. Il est soluble dans l'eau ; sensible et se décompose à la chaleur. $\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{eau}} \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$

La réaction de l'acide nitrique avec les métaux donne des produits très complexe parfois instables, rendant alors très difficile l'écriture correcte des équations bilan. Parmi ces produits, il y a la vapeur nitreuse. L'acide nitrique est très utilisé pour la fabrication d'engrais chimique et d'explosif. Sa masse molaire moléculaire est 63 g.mol^{-1}

III - 2) Action à froid des acides dilués :

III - 2 - 1) Expérience

Dans un tube à essai contenant un métal, ajoutons une solution d'acide dilué à froid. Nous observons :

- ✓ Une effervescence : ce qui indique qu'il y eu réaction et dégagement d'un gaz. Ce gaz provoque une légère détonation en présence d'une flamme : c'est du dihydrogène.
- ✓ La formation d'un sel (chlorure ou sulfate métallique).
- ✓ Aucune action de :
 - L'acide chlorhydrique à froid sur le Cuivre
 - L'acide sulfurique à froid sur l'aluminium et le cuivre.
- ✓ De vapeurs nitreuses rousses lorsqu'il s'agit de l'acide nitrique **sauf** avec l'aluminium. Cependant, la complexité de la composition des vapeurs nitreuses nous dispensera d'écrire les équations bilan.

❖ Remarque :

L'action des acides chlorhydrique et sulfurique à froid sur le plomb est très difficile à mettre en évidence. Elle se produit effectivement, mais elle est stoppée par la formation d'une couche protectrice insoluble de chlorure ou de sulfate de plomb : la réaction est dite éphémère.

III - 2 - 2) Résultats expérimentaux :

➤ Avec l'acide chlorhydrique :

Réactifs	Produits	Observations	Equation bilan
HCl + Zn	Dihydrogène + Chlorure de zinc	Réaction	$2 \text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnCl}_2$ Equation ionique : $2\text{H}^+ + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Zn}^{2+}$
HCl + Fe	Dihydrogène + Chlorure ferreux	Réaction	$2 \text{HCl} + \text{Fe} \rightarrow \text{H}_2 + \text{FeCl}_2$ Equation ionique : $2\text{H}^+ + \text{Fe} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Fe}^{2+}$

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

HCl + Al	Dihydrogène + Chlorure d'aluminium	Réaction	$6 \text{HCl} + 2 \text{Al} \rightarrow 3 \text{H}_2 + 2 \text{AlCl}_3$ Equation ionique : $6\text{H}^+ + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{H}_2 + 2\text{Al}^{3+}$
HCl + Pb	Dihydrogène + Chlorure de plomb	Réaction éphémère	$2 \text{HCl} + \text{Pb} \rightarrow \text{H}_2 + \text{PbCl}_2$ Equation ionique : $2\text{H}^+ + \text{Pb} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Pb}^{2+}$
HCl + Cu	Néant	Pas de réaction	Néant

➤ **Avec l'acide sulfurique :**

Réactifs	Produits	Observations	Equation bilan
$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn}$	Dihydrogène et Sulfate de zinc	Réaction	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnSO}_4$ Equation ionique : $2\text{H}^+ + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Zn}^{2+}$
$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}$	Dihydrogène et Sulfate ferreux	Réaction	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{H}_2 + \text{FeSO}_4$ Equation ionique : $2\text{H}^+ + \text{Fe} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Fe}^{2+}$
$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}$	Néant	Pas de réaction	Néant
$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}$	Dihydrogène et Sulfate de plomb	Réaction éphémère	$2 \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Pb} \rightarrow \text{H}_2 + \text{PbSO}_4$ Equation ionique : $2\text{H}^+ + \text{Pb} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Pb}^{2+}$
$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}$	Néant	Pas de réaction	Néant

➤ **Avec l'acide nitrique :**

Réactifs	Produits	Observations	Equation bilan
$\text{HNO}_3 + \text{Zn}$	Vapeurs nitreuses	Réaction	Pas d'équation bilan
$\text{HNO}_3 + \text{Fe}$	Vapeurs nitreuses	Réaction	Pas d'équation bilan
$\text{HNO}_3 + \text{Al}$	Néant	Pas de réaction	Néant
$\text{HNO}_3 + \text{Pb}$	Vapeurs nitreuses	Réaction	Pas d'équation bilan
$\text{HNO}_3 + \text{Cu}$	Vapeurs nitreuses	Réaction	Pas d'équation bilan

IV° EVALUATION :

Exercice 1 :

1.1. Donne les noms des composés de formules suivantes : Cu_2O , Fe_3O_4 , Pb_3O_4 ; AlCl_3 ;
 $(2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-})$; $(\text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-})$

1.2. Pourquoi préfère-t-on des toitures en zinc plutôt qu'en fer ?

1.3. On verse de l'acide sulfurique en solution ($2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$) dans un flacon contenant un mélange de fer d'aluminium et de cuivre.

- Ecris l'équation-bilan ionique globale de la réaction qui a lieu.
- Nomme les produits formés

Exercice 2 :

Un technicien de laboratoire veut obtenir 1,12 L de dihydrogène dans les conditions normales. Il dispose de deux acides dilués (acide nitrique et acide chlorhydrique) et de trois métaux (plomb, fer et cuivre).

- Indique les réactifs qu'il devra utiliser et écris l'équation bilan de la réaction à réaliser.
- Calcule la masse de chacun des réactifs utilisés sachant que les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques.
- Justifie de manière précise et sommaire le choix de ce laborantin.

CHAPITRE IV

LES HYDROCARBURES

✓ **DUREE : 4 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Thèmes (exploitation sous forme d'exposés) :

- Pollution liée aux transformations chimiques.
- Protection de l'environnement et mesures de sécurité à l'encontre de la production de substances.

✓ **Objectifs spécifiques :**

<ul style="list-style-type: none">❖ Identifier la famille à laquelle appartient un hydrocarbure à partir de sa formule brute.❖ Ecrire l'équation-bilan de la combustion complète d'un hydrocarbure dans le dioxygène.❖ Utiliser l'équation-bilan de la combustion complète d'un hydrocarbure dans le dioxygène.	<ul style="list-style-type: none">❖ Prendre conscience de l'importance des hydrocarbures dans la vie courante.❖ Prendre conscience des risques liés à l'utilisation domestique des hydrocarbures et de la pollution.
---	---

✓ **Prérequis :** grandeur molaire ;

✓ **Concepts clés :** réaction chimique ; équation bilan ; réactif ; produit ; stœchiométrie

✓ **Introduction :**

Les sources naturelles des hydrocarbures sont le pétrole brut et le gaz naturel extraits en grande partie du sous-sol. Ils s'y sont formés lentement à partir d'animaux et de végétaux enfouis depuis des millions d'années.

Le gaz naturel contient principalement du méthane ; de l'éthane ; du propane et du butane et de l'essence.

Le pétrole brut, est un mélange d'hydrocarbures liquides ; solides et gazeux. Par distillation fractionnée dans des usines de raffinerie on y tire du butane ; des essences ; du gasoil ; du fuel ; des huiles ; du bitume ; du kérosène ; du mazout ;

Appelé or noir depuis son remplacement du charbon ; le pétrole est une richesse énergétique non renouvelable.

Grâce au pétrole et ses dérivés, dans notre environnement, le naturel est devenu l'exception et le synthétique la règle.

✓ PLAN DU COURS

<u>I° NOMENCLATURE</u>	I - 3 - 3) Propriétés physiques des alcynes :
I - 1) Définition	<u>II° PROPRIETES CHIMIQUES</u>
I - 2) Différentes familles d'hydrocarbures :	II - 1) Combustion complète
I - 2 - 1) Famille des alcanes	II - 1 - 1) Cas des alcanes
I - 2 - 2) Famille des alcènes	II - 1 - 2) Cas des alcènes
I - 2 - 3) Famille des alcynes	II - 1 - 3) Cas des alcynes
<u>I - 3) Propriétés physiques</u>	II - 2) Combustion incomplète
I - 3 - 1) Propriétés physiques des alcanes :	<u>III° APPLICATIONS :</u>
I - 3 - 2) Propriétés physiques des alcènes :	<u>IV° EVALUATION</u>

DEROULEMENT DU COURS

I° NOMENCLATURE

I - 1) Définition :

On appelle hydrocarbure ou carbure d'hydrogène un composé organique dont la molécule renferme uniquement l'élément carbone et l'élément hydrogène.

I - 2) Différentes familles d'hydrocarbures :

On distingue :

- ✓ Les hydrocarbures saturés parmi lesquels nous citerons les alcanes ;
- ✓ Les hydrocarbures non saturés parmi lesquels nous citerons les alcènes ; les alcynes.

I - 2 - 1) Famille des alcanes :

Les alcanes ont pour **formule générale C_nH_{2n+2}**

Les plus simples ont pour formules :

Valeur de n	Formule brute et Nom	Valeur de n	Formule brute et Nom
1	CH₄ : Méthane	6	C₆H₁₄ : Hexane
2	C₂H₆ : Ethane	7	C₇H₁₆ : Heptane
3	C₃H₈ : Propane	8	C₈H₁₈ : Octane
4	C₄H₁₀ : Butane	9	C₉H₂₀ : Nonane
5	C₅H₁₂ : Pentane	10	C₁₀H₂₂ : Décane

Le nom d'un alcane se termine par le suffixe « **ane** ».

I - 2 - 2) Famille des alcènes :

Les alcènes ont pour **formule générale C_nH_{2n} (avec $n > 1$)**

Les plus simples ont pour formules :

Valeur de n	Formule brute et Nom
2	C₂H₄ : Ethylène ou éthène
3	C₃H₆ : propène
4	C₄H₈ : Butène
5	C₅H₁₀ : Pentène

Le nom d'un alcène se termine par le suffixe « **ène** ».

I - 2 - 3) Famille des alcynes :

« La vie, comme une bicyclette, il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre »

ALBERT EINSTEIN

Les alcynes ont pour **formule générale C_nH_{2n-2} (avec $n > 1$)**

Les plus simples ont pour formules :

Valeur de n	Formule brute et Nom
2	C_2H_2 : Acétylène ou Ethyne
3	C_3H_4 : Propyne
4	C_4H_6 : Butyne
5	C_5H_8 : Pentyne

Le nom d'un alcyne se termine par le suffixe « yne ».

I - 3) Propriétés physiques :

I - 3 - 1) Propriétés physiques des alcanes :

Dans les conditions ordinaires de température et de pression les alcanes sont :

- ✓ Gazeux pour les 4 premiers de la série :

Exemple : le *méthane* est un gaz incolore ; inodore de densité $d = \frac{16}{29} = 0,55$. Il est difficile à liquéfier ; bout à $-161,5\text{ °C}$ et se solidifie à -184 °C . Le méthane est peu soluble dans l'eau : **0,04 L** de méthane dans **1L** d'eau.

Les alcanes sont insolubles dans l'eau mais solubles dans de nombreux liquides organiques.

- ✓ Liquides C_5 à C_{15}
- ✓ Solides à partir de C_{16}

Dans les pétroles, les alcanes solide et gazeux sont en solution dans les alcanes liquides qui sont moins denses que l'eau.

I - 3 - 2) Propriétés physiques des alcènes :

Dans les conditions normales, les alcènes :

- ✓ De C_2 à C_4 sont gazeux :

Exemple : L'*éthylène ou éthylène* C_2H_4 est un gaz incolore de densité $d = \frac{28}{29} = 0,97$. Plus facile à liquéfier que le *méthane*, il bout à -102 °C et se solidifie à -169 °C . Sa solubilité dans l'eau à température ordinaire est **0,15 L** d'*éthylène* dans **1L** d'eau. L'*alcool éthylique* est l'un *des dérivés* les plus connus de l'éthylène.

- ✓ De C_5 à C_{18} sont liquides
- ✓ Les autres sont solides

I - 3 - 3) Propriétés physiques des alcynes :

Dans les conditions normales les alcynes

- ✓ De C_2 à C_4 sont gazeux :

Exemple : L'*acétylène ou ethyne* C_2H_2 est un gaz incolore d'odeur désagréable a pour densité $d = \frac{26}{29} = 0,9$. Plus facile à liquéfier que l'éthylène.

Attention !!! Sa liquéfaction peut provoquer des explosions dangereuses. Sa solubilité dans l'eau à température ordinaire est **1 L** d'*acétylène* dans **1L** d'eau.

- ✓ De C₅ à C₁₅ sont liquides
- ✓ Les autres sont solides

Les alcènes et les alcynes sont généralement pas solubles dans l'eau ou le sont peu.

II° PROPRIETES CHIMIQUES :

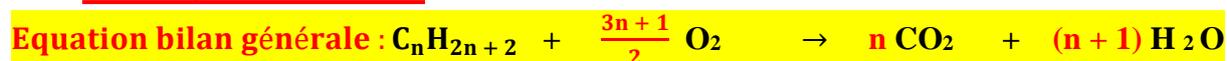
Les hydrocarbures subissent des réactions de combustion dans le dioxygène. Les produits formés dépendent de la qualité de dioxygène disponible.

C'est pour cela que l'on distingue deux types de combustions.

II - 1) Combustion complète :

Avec une quantité suffisante de dioxygène ou un excès, la combustion est complète et produit du dioxyde de carbone et de l'eau. La réaction est exothermique.

II - 1 - 1) Cas des alcanes

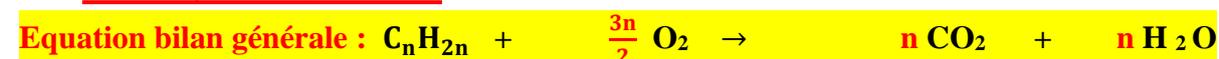


Exemples :



Le butane est employé comme « gaz de cuisine ».

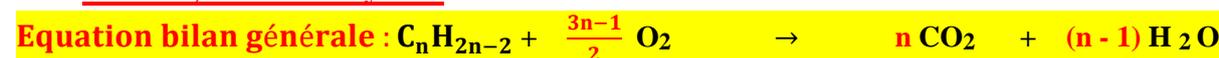
II - 1 - 2) Cas des alcènes :



Exemples :



II - 1 - 3) Cas des alcynes :



Exemples :



La combustion complète de l'acétylène produit une importante quantité de chaleur 1316,70 kJ / mol. Ainsi, les *chalumeaux oxyacétyléniques* utilisent de l'acétylène qui permet d'atteindre une température supérieure à 3000 °C.

II - 2) Combustion incomplète :

La combustion incomplète intervient avec un défaut de dioxygène dans le milieu réactionnel et présente une flamme jaune rouge et beaucoup de fumée noire et quelques étincelles.

La réaction produit entre autres : du carbone ; du monoxyde de carbone CO et de l'eau avec une très faible quantité de chaleur.

III° APPLICATIONS :

Les alcanes gazeux sont utilisés dans le chauffage et la cuisine.

Les alcanes liquides sont utilisés comme carburant pour les moteurs à explosion.

Les alcanes solides sont utilisés comme revêtement des chaussées ou combustible dans les chaumières thermoélectriques.

Les alcanes légers sont transformés en alcène ou alcyne pour la fabrication des différents produits de synthèse industrielle.

IV° EVALUATION :

EXERCICE 1 :

1. 1. Quels sont, parmi les corps suivants, ceux qui sont des hydrocarbures ?

C_2H_2 éthylène ; C_2H_6O alcool ; C_2H_2 acétylène ; C_6H_6 benzène ; CS_2 sulfure de carbone ; C_5H_{12} pentane ; H_2S sulfure d'hydrogène.

1. 2. Donner la formule chimique :

1 d'un alcane dont la molécule renferme 6 atomes de carbone

2 d'un alcène dont la molécule renferme 8 atomes d'hydrogène

3 d'un alcyne dont la molécule renferme 5 atomes de carbone.

EXERCICE 2 :

Les alcanes brûlent à l'air ou dans le dioxygène pur en dégageant beaucoup de chaleur. Ils sont ainsi utilisés comme combustibles. L'équation bilan de la combustion complète d'un alcane



1. La combustion complète de 1,6 g d'un alcane produit 3,52 g de dioxyde de carbone et 1,8 g d'eau.
 - a. Vérifier que la formule brute de l'alcane est C_4H_{10} .
 - b. Comment mettre en évidence qualitativement le dioxyde de carbone ?
2. Une bouteille de cuisine contient 13kg de cet alcane. Calculer le volume de dioxygène nécessaire à la combustion complète de l'alcane contenu dans cette bouteille. On prendra : $V_M = 24 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.