

MINISTERE DE L'EDUCATION
NATIONALE

ACADEMIE D'ENSEIGNEMENT
CENTRE D'ANIMATION
PEDAGOGIQUE

REPUBLIQUE DU MALI
UN PEUPLE – UN BUT – UNE FOI



COURS DE PHYSIQUES

CLASSE 9ème ANNEE

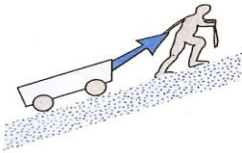
Sommaire

I. STATIQUE.....	3
- Notion de Force, caractéristiques, représentation, unité.....	3 – 6
- Principe des actions réciproques.....	7 – 9
- Equilibre d'un corps soumis à deux forces – loi	10 – 11
- Variation du poids d'un corps avec l'altitude et la latitude, relation entre poids et masse	12 – 14
II. ENERGIE.....	15
- Travail d'une force – unité.....	15 – 17
- Notion de puissance – unité.....	18 – 19
- Les machines simples : le levier.....	20 – 22
- Les machines simples : la poulie.....	23 – 27
- Rappels sur les quantités de chaleur.....	28 – 30
- Transformation réciproque du travail mécanique en chaleur.....	31 – 33
- Moteurs thermiques : Moteur à explosion – notion de rendement.....	34 – 37
III. ELECTRICITE.....	38
- Quantité d'électricité- unité.....	38 – 39
- Electrolyse : étude qualitative et quantitative.....	40 – 48
- Lois de Faraday : applications Industrielles.....	49
- Effet joule : applications de l'effet joule.....	50 – 52
- Résistances.....	53 – 55
- Associations en série et en parallèle de résistance.....	56 – 57

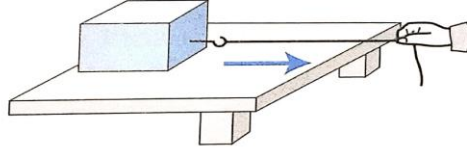
La Notion de force

I. Notion de force

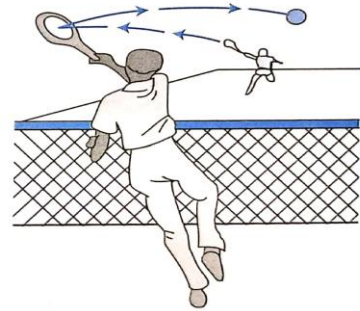
1. Effet dynamique :



*Force musculaire
Le chariot se déplace*



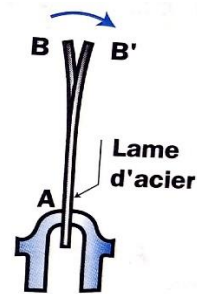
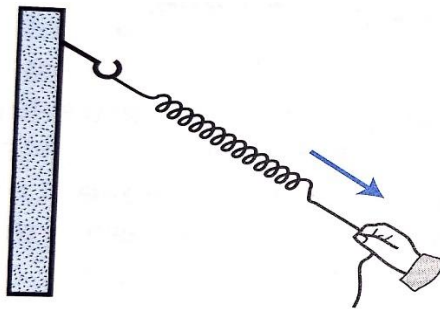
*Effet dynamique d'une force.
Le corps se met en mouvement*



*Une force peut modifier la tra-
jectoire d'un corps*

Une force peut mettre en mouvement un corps ou modifier sa trajectoire. Ces manifestations des forces sont leurs effets dynamiques.

2. Effet statique :



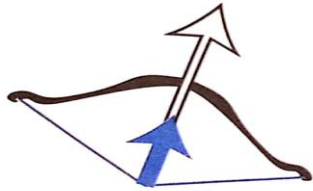
La force statique si le ressort s'allonge. Une force peut donc aussi produire la déformation des corps sur lesquelles elle agit, ces manifestations des forces sont leurs effets statiques.

II. DEFINITION : Une force est toute action capable :

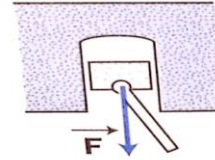
- De mettre un solide en mouvement ou de modifier le mouvement d'un solide (effet dynamique) ;
- De déformer un corps ou de maintenir un solide en équilibre (effet statique).

III. DIFFERENTES SORTES DE FORCES

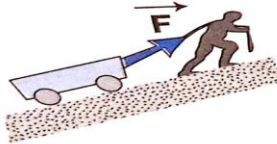
1. Les forces de contact :



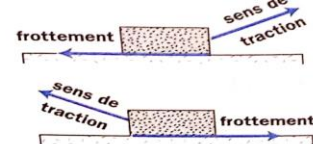
a) Les forces élastiques



b) Les forces pressantes.



c) Les forces musculaires



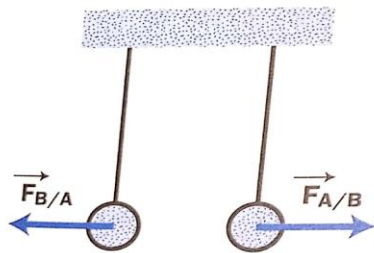
d) Les forces de frottement

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

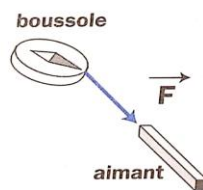
Les forces de contact peuvent être ponctuelles (agissent en un point) ou réparties (agissent en tous les points du corps ou sur une large surface).

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

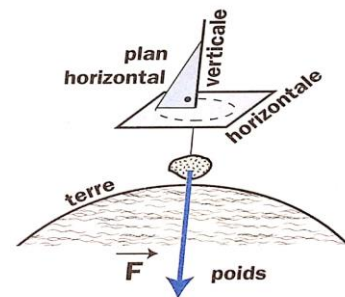
2. Les forces à distance :



a) Les forces électriques



b) Les forces magnétiques



c) Les forces de pesanteur

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

Exemples : La pesanteur, les forces magnétiques, les forces électriques, les forces d'attraction entre les astres. Les forces à distance sont toujours réparties.

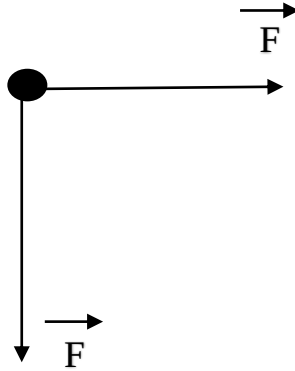
IV. LES CARACTERISTIQUES D'UNE FORCE PONCTUELLE

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

V. REPRESENTATION

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

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



VI. UNITE DE LA FORCE : L'unité de la force dans le système international est le Newton. Son symbole est (N).

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

$$1\text{Kgf} \rightarrow 9,8\text{N}$$

$$1\text{N} \rightarrow 10,2\text{gf}$$

Exercice d'application : des vecteurs respectivement 14cm et 28cm .

Calcule les intensités des forces qu'il représente. Sachant que l'échelle adoptée est 1cm pour 5N

Solution :

Je calcule les intensités des forces :

- Pour F_1 :

$$\begin{array}{l} 1\text{cm} \rightarrow 5\text{N} \\ 14\text{cm} \rightarrow x \end{array} \Rightarrow x = \frac{5\text{N} \times 14\text{cm}}{1\text{cm}} = 70\text{N}$$

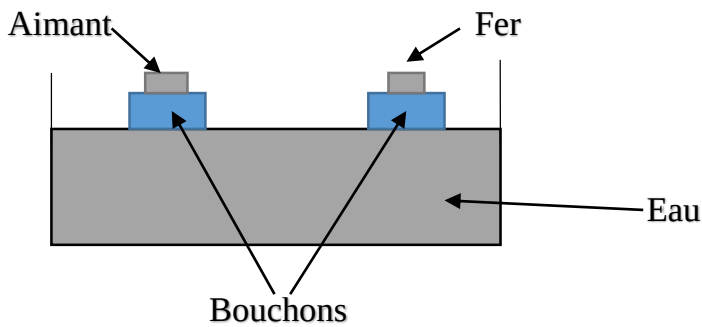
- Pour F_2

$$\begin{array}{lcl}
 1\text{cm} & \rightarrow & 5\text{N} \\
 28\text{cm} & \rightarrow & x
 \end{array}
 \Rightarrow x = \frac{5\text{N} \times 28\text{cm}}{1\text{cm}} = 140\text{N}$$

Principe des actions réciproques

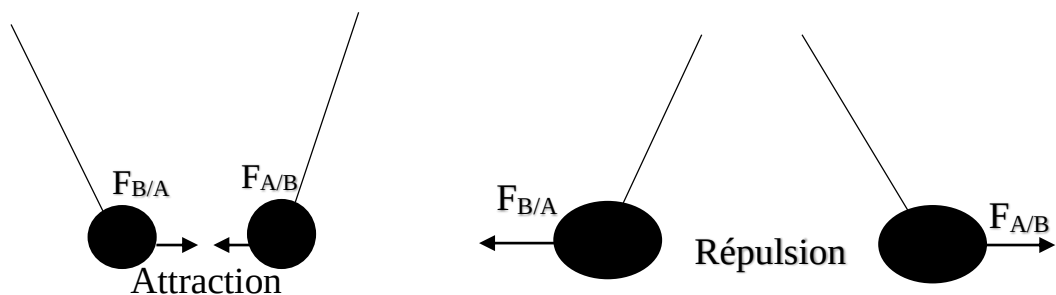
I. Exemples des actions réciproques

1. Expérience : interaction à distance



Sur deux grands bouchons plats de liège disposez respectivement un aimant et une pièce de fer et placez ces deux bouchons sur une surface d'eau calme. On s'attend à ce que l'aimant attire le fer et par suite que le bouchon qui porte le fer se déplace en direction de l'autre bouchon.

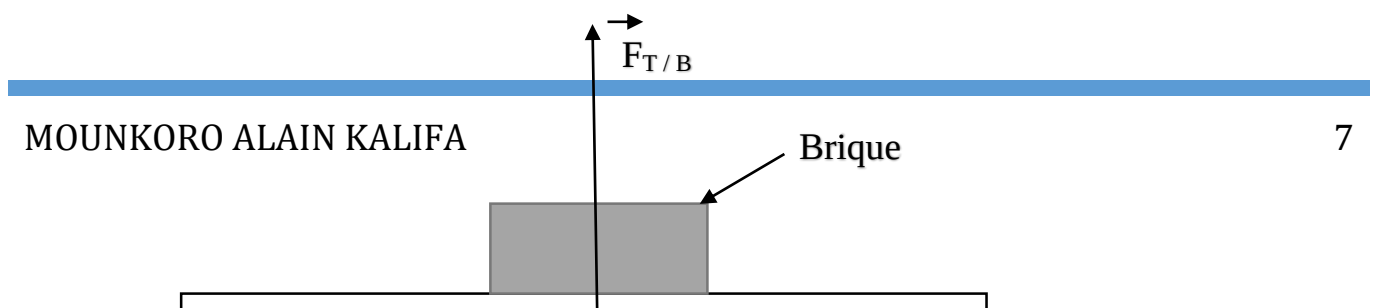
2. **Conclusion** : L'aimant attire le fer et réciproquement le fer attire l'aimant. Les deux actions observées sont appelées actions réciproques : on dit aussi que les solides interagissent. Qu'il y'a interaction



Deux pendules chargés électriquement interagissent à distance :

- Il y'a attraction si les charges sont de signes contraires ;
- Il y'a répulsion si les charges sont de mêmes signes.

II. ACTION DE CONTACT



La brique exerce sur la table une force (action) qui est le poids P

La table exerce sur la brique une force F qui est appelée (réaction) R de la table sur la brique. Ces deux forces ont de même point d'application, de même direction, de même intensité et de sens contraire.

La relation est : $\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A}$ ou $\vec{F}_{A/B} + \vec{F}_{B/A} = 0$

III. Etude quantitative :

D₁ exerce sur D₂ une force F_{1/2} et D₂ exerce sur D₁ une force F_{2/1}

Les dynamomètres indiquent que les intensités des deux vecteurs forces sont égales : F_{1/2} = F_{2/1} d'autre part les vecteurs F_{1/2} et F_{2/1} ont mêmes directions et des sens opposés. On peut donc conclure que les vecteurs sont opposés.



IV. Enoncé du principe des actions réciproques : Lorsqu'un corps A s'exerce sur un corps B une force F_{A/B} le corps B exerce sur le corps A une force F_{B/A}.

Ce principe s'écrit sous la forme vectorielle : $F_{A/B} = -F_{B/A}$

Ces deux forces ont :

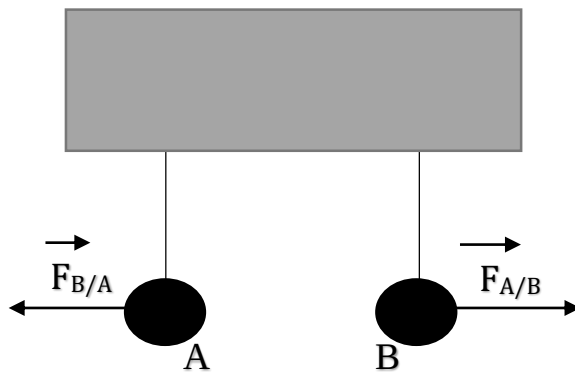
- Même direction,
- Sens Contraires,
- Même point d'application
- Même intensité : $F_{A/B}=F_{B/A}$.

Exercice : soient deux pendules électriques A et B porteurs de charge de même signe ; il y'a répulsion entre ces deux pendules. Donne la nature de l'interaction entre les deux pendules. Sur un schéma, représente les forces $F_{A/B}$ et $F_{B/A}$.

Solution :

Les deux pendules électriques sont porteurs de charges. L'interaction entre les deux pendules est électrique. Cette interaction se manifeste à travers les forces $F_{A/B}$ et $F_{B/A}$.

Ceci peut être représenté par le schéma ci-après

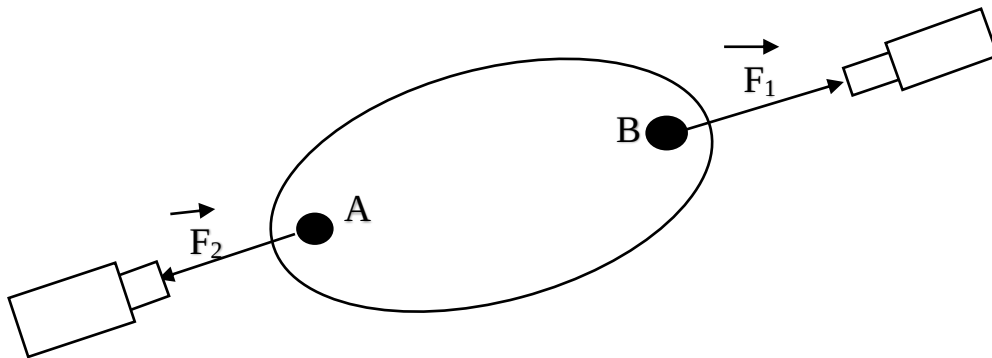


EQUILIBRE D'UN CORPS SOUMIS A L'ACTION DE DEUX FORCE :

I. Conditions d'équilibres d'un solide soumis à deux forces :

1. **Expérience** : un corps léger (C) est maintenu au repos à l'aide de deux dynamomètres D₁ et D₂, le poids du corps(5) est négligeable devant les deux forces localisées F₁ et F₂

Les intensités des forces sur (c) sont grandes devant le poids du corps (c). Nous admettons que le poids joue un rôle négligeable.



- **Poids compensé** : Solide attaché entre deux dynamomètres sur une table soufflante horizontale.
- 2. **Condition d'équilibre** : Un corps de poids négligeable est soumis à l'action simultanée de deux fils tendus liés à des dynamomètres, l'étude montre que lorsque le solide est en équilibre si les deux F₁ et F₂ ont nécessairement :
 - Un même support (ou droite d'action),
 - Des sens opposés,
 - Une même intensité : $F_1 = F_2$

Ces dernières conditions permettent de poser : $F_1 = -F_2$

Loi : lorsqu'un solide soumis à deux forces ponctuelles est en équilibre, ces forces sont :

- Même droite d'action,
- Des sens contraires,
- Même intensité : $F_1 = F_2$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \text{ ou } \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{O}$$

II. APPLICATION (Equilibre stable, instable, indifférent)

1. **Equilibre stable :** Un équilibre est dit stable lorsque le corps légèrement écarté de sa position d'équilibre tend à y revenir.
2. **Equilibre instable :** Un équilibre est dit instable lorsque le corps écarté de sa position d'équilibre tend à s'en écarté d'avantage.
3. **Equilibre indifférent :** Un équilibre est dit indifférent lorsque le corps légèrement écarté de sa position d'équilibre, reste dans la nouvelle position.

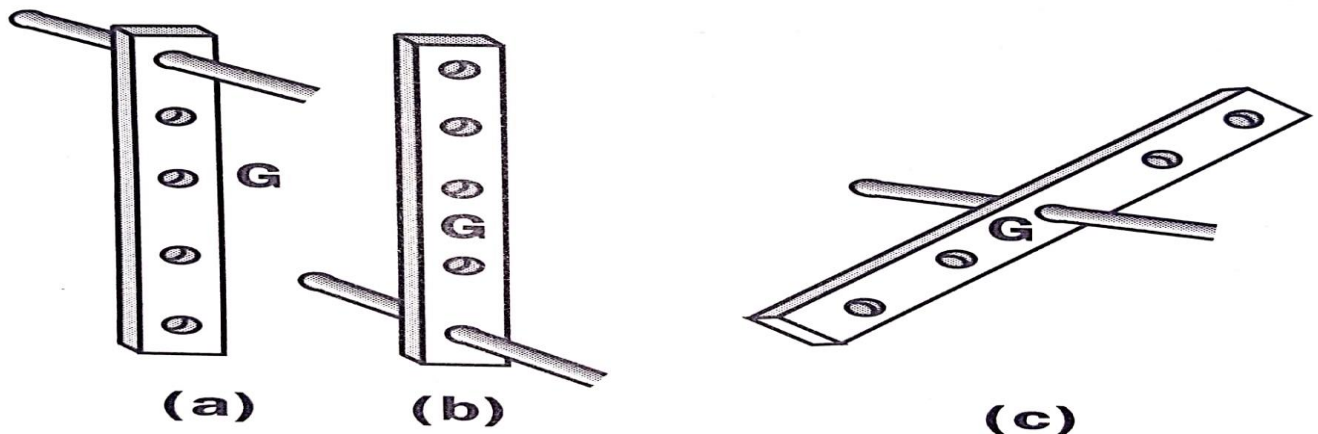


Fig. 3

a) Équilibre stable. c) Équilibre indifférent. b) Équilibre instable.

VARIATION DU POIDS D'UN CORPS AVEC L'ALTITUDE ET LA LATITUDE

- I. **Observations :** Soit un corps suspendu au crochet d'un dynamomètre on mesure son poids P

A Paris	$P = 9,81 \text{ N}$
A Libreville	$P = 9,78 \text{ N}$
Au Pôle Nord	$P = 9,83 \text{ N}$

Le poids varie donc avec la latitude du lieu.

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

On mesure ensuite dans la même ville par exemple

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

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

Remarque :

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

II. RELATION ENTRE LE POIDS ET LA MASSE

1. Comparaison entre poids et masse

Grandeur	Unité	Instrument de mesure	Propriétés
Masse	Kilogramme (Kg)	Balance	Invariable

Poids	Newton (N)	Dynamomètre	Variable
-------	------------	-------------	----------

2. Relation entre poids et masse :

L'intensité de la pesanteur (g) dépend du lieu considéré.

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

$$P = m \times g$$

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

Parmi les grandeurs m ; P ; g :

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

Le poids d'un objet varie avec le lieu.

La masse est invariable.

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

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

Exercice : le poids d'un camion est $P=24525\text{N}$ à Paris.

- a. Calcule la masse de ce camion
- b. Calcule le poids (P_E) du camion à l'équateur, puis au pôle Nord (P_N) sachant que l'intensité de la pesanteur est :
 - $G_p=9,81\text{N/Kg}$ à paris,
 - $G_N=9,83\text{N/Kg}$ au pôle Nord,
 - $G_E=9,78\text{N/Kg}$ à l'équateur.

Solution :

a. La masse du camion à paris : On rappelle que $P = m \times g \Rightarrow m = \frac{P}{g}$

$$m = \frac{24525N}{9,81N/Kg} = 2500Kg$$

$$m=2500Kg$$

b. Le poids du camion à l'équateur ($G_E=9,78N/Kg$) :

$$P_E = m \times g_E = 2500Kg \times \frac{9,78N}{Kg} = 24450N$$

$$P_E=24450N$$

– Le poids du camion au pôle Nord ($G_N=9,83N/Kg$)

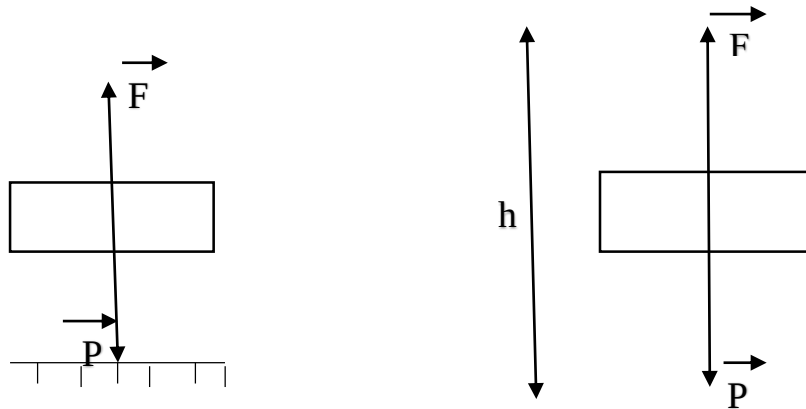
$$P_N = m \times g_N = 2500 \times 9,83 = 24575N$$

$$P_N=24575N$$

Travail d'une force :

I. NOTION DE TRAVAIL

1. Exemples



- Un ouvrier qui fait monter un fardeau produit du travail.
- Un cheval qui tire un chariot produit aussi du travail
- Une personne qui puise de l'eau produit également du travail.

2. Conclusion

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

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

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

II. PROPORTIONNALITE DU TRAVAIL D'UNE FORCE

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

Remarque : A une même hauteur si le poids est doublé, le travail est aussi doublé.

Pour un même déplacement donné, le travail est proportionnel à la force.

III. TRAVAIL D'UNE FORCE

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

$$W = F \times L$$

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

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

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

De la formule $W = F \times L$

$$F = \frac{W}{l}$$

$$L = \frac{W}{F}$$

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

CAS PARTICULIER DE LA PESANTEUR

$$W = P \times h \quad \text{ou} \quad W = m \times g \times h$$

- P = poids du corps ;
- h = hauteur du déplacement ;
- M = masse du corps ;
- G = l'intensité de la pesanteur.

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

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

3. Autres unités du travail

Nom	Symbole	Valeur en Joule
Kilojoule	KJ	10^3
Mégajoule	MJ	10^6

4. TRAVAIL MOTEUR-TRAVAIL-RESISTANT

- a. **Travail moteur** : Une force est dite motrice lorsqu'elle favorise le déplacement produit (la force et le déplacement ont même sens).

Une force motrice effectue un travail moteur.

$$W_m = F \times L$$

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

$$W_r = P \times H$$

Exercice : Calcule le travail de la force de traction 400N qu'un cheval exerce sur un trajet de 1Km.

Solution :

Je convertis 1Km en m

$$1\text{Km}=1000\text{m}$$

Le travail de la force de traction du cheval est :

$$W= F \times I = 400\text{N} \times 1000\text{m} = 400000\text{J}$$

$$\mathbf{W= 400000J}$$

NOTION DE PUISSANCE

I. NOTION DE PUISSANCE

1. Exemples

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

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

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

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

Le travail effectué par le manœuvre en une seconde est :

$$W_1 = \frac{300\text{J}}{40\text{s}} = 75\text{J}$$

Le travail effectué par le monte-charge en 1s est :

$$W_2 = \frac{300\text{J}}{8\text{s}} = 375\text{J}$$

Par comparaison $\frac{375\text{J}}{75\text{J}} = 5$

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

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

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

II. EXPRESSION DE LA PUISSANCE

La puissance P se calcule par la relation suivante : $P = \frac{W}{t}$

Quand le point d'application d'une force se déplace à la vitesse $V = \frac{l}{t}$ et $P = F \cdot V$

III. UNITES DE LA PUISSANCE

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

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

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

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

Nom	Symbole	Valeur en watt
Le kilowatt	KW	10^3
Le mégawatt	MW	10^6

Le cheval-vapeur	Chv	736
------------------	-----	-----

IV. Les principaux multiples du watt:

- **Le Kilowatt : $1\text{Kw} = 10^3 \text{ watt}$**
- **Le mégawatt(MW) : $1\text{Mw} = 10^3 \text{ KW} = 10^6 \text{ watt}$**
- ★ **Le cheval vapeur** : le cheval vapeur est la puissance d'un moteur qui fournit un travail de 736Joules en une seconde.

$$1\text{ch} = 736\text{Joules/seconde} = 736 \text{ watt}$$

- ★ **Le wattheure(Wh)** : c'est le travail produit en une heure par une machine dont la puissance est de :

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

Si la puissance P est exprimée en watt et le temps en heure, le travail développé s'exprime en wattheure(Wh).

Exercice : calcule la puissance en watt puis en chevaux vapeur d'un moteur qui accomplit un travail de 5000J pendant 25s.

Solution :

$$\text{La puissance en watt est : } P = \frac{W}{t} = \frac{5000\text{J}}{25\text{s}} = 200\text{w}$$

$$P=200\text{w}$$

LES MACHINES SIMPLES : les Leviers

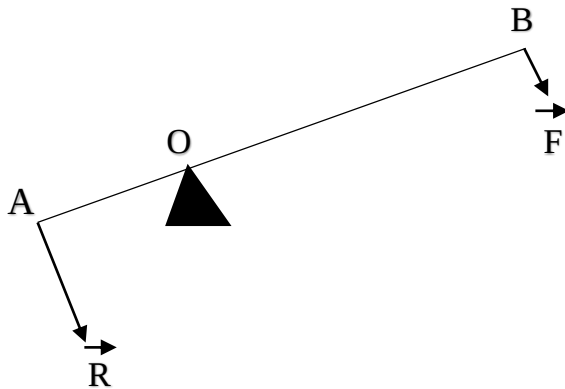
Introduction : on appelle machine simple des instruments qui nous facilite certains travaux dans le domaine de la vie courante en fournissant peu d'effort.

★ **Un levier** : est une barre rigide mobile autour d'un point d'appui.

I. **DESCRIPTION et Principe de fonctionnement**

1. **Principe de fonctionnement** : le levier est essentiellement formé d'une tige rigide mobile autour d'un point fixe utilisé généralement pour soulever une charge.

2. **Description**



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

Les segments OA et OB sont appelés bras de levier.

Sur la barre agissent deux forces :

- L'une en A, la force résistante R ;
- L'autre en B la force motrice F.

3. **CONDITION D'EQUILIBRE**

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

$$F.OB = R.OA$$

$$R = \frac{F.OB}{OA} ; F = \frac{R.OA}{OB} ; OA = \frac{F.OB}{R} ; OB = \frac{R.OA}{F}$$

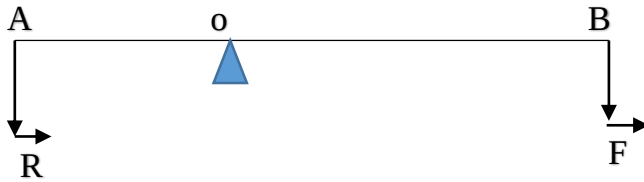
- F et R s'expriment en Newton;
- OA et OB s'expriment en mètre.

II. **LES TROIS TYPES DE LEVIERS**

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

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

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

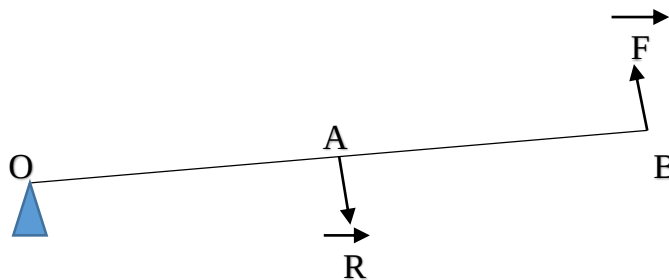


2. Le levier inter-résistant ou levier du deuxième genre

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

Exemples : brouette, couteau du boulanger, casse noix.

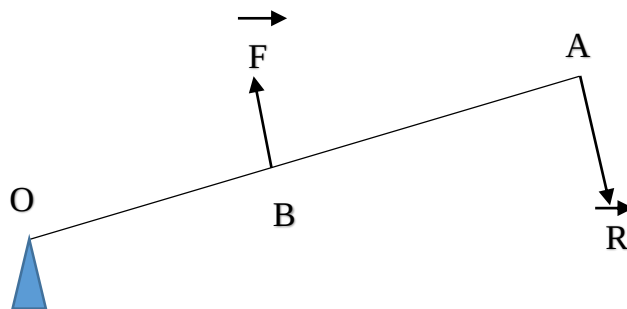
N.B : La force supportée par le sol est : $F' = R - F$



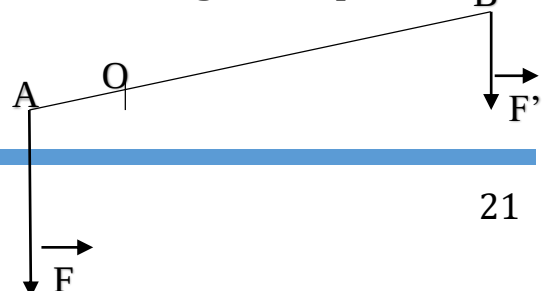
3. Le levier inter-moteur ou levier du troisième genre

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

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



Exercice : A l'extrémité d'une règle de poids négligeable de longueur 0,5m s'exerce une force de 1,5N. Calcule la force parallèle à la précédente qu'on doit exercer à l'autre extrémité B pour maintenir la règle en équilibre si le point d'appui est à 0,05m de A



Solution :

Calcul du bras de levier de la force F' :

$$AB=OA + OB \Rightarrow OB= 0,5m - 0,05m=0,45m$$

$$OB=0,45m$$

Calcul de l'intensité de la force appliquée en B :

D'après la condition d'équilibre des leviers :

$$F \times OA = F' \times OB \Rightarrow F' = \frac{F \times OA}{OB}$$

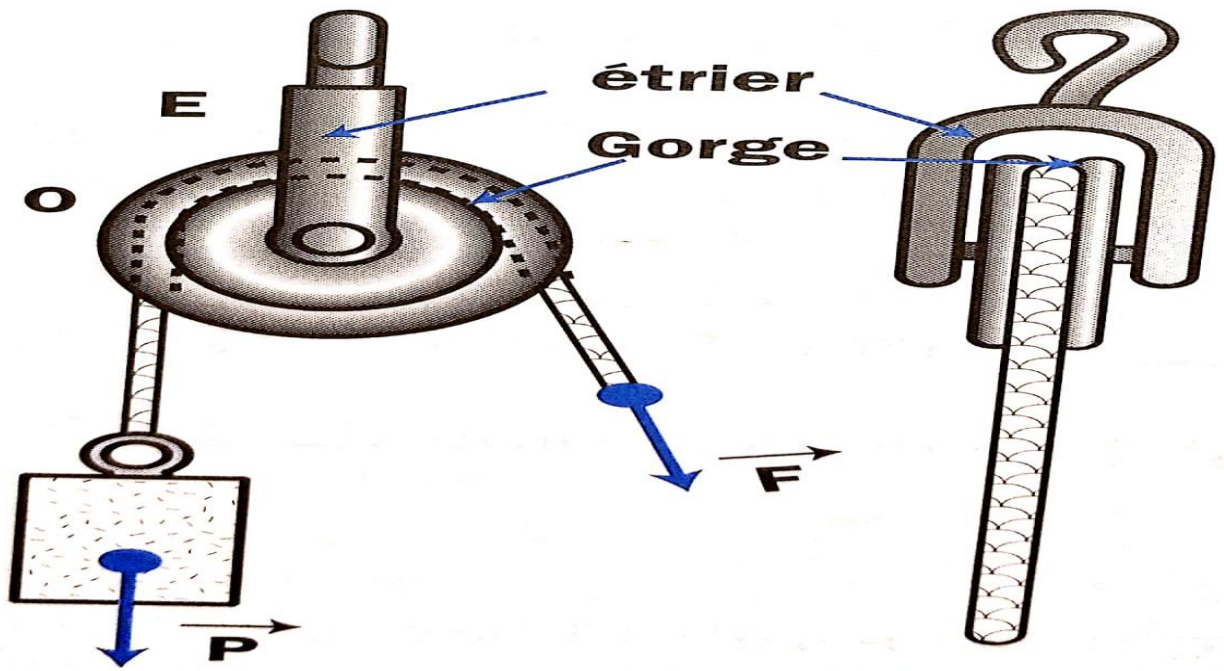
$$\text{A.N : } F=1,5N ; OA=0,05m ; OB=0,45m ; F' = \frac{1,5 \times 0,05}{0,45} = 0,166N$$

$$F'=0,17N$$

Machines simples : La Poulie

I. Description et Principe de fonctionnement :

- a. **Le principe de fonctionnement** : La poulie permet de soulever plus facilement des charges et de transmettre un mouvement. Il existe de nombreuses utilisations de la poulie.
- b. **Description** : Une poulie est un disque D tournant sans frottement autour de son axe O que soutient un étrier ou une chape E. La gorge permet à la poulie de soutenir un fil, une corde, ou un câble. Aux deux brins du câble sont appliquées les forces F (motrice) et R (résistante)



c. **Condition d'équilibre :**

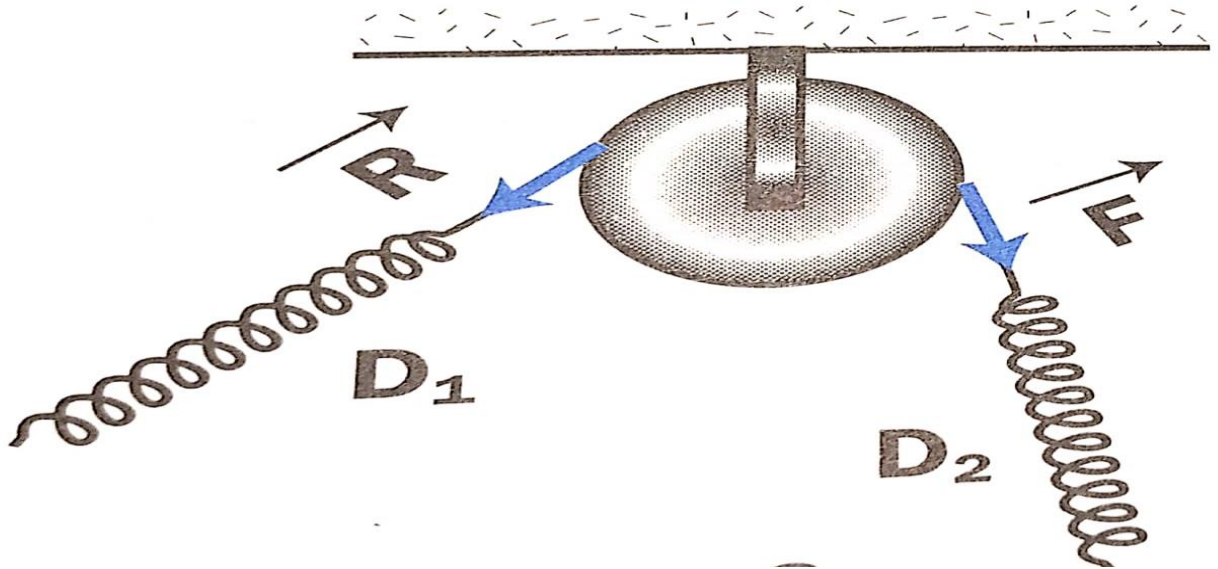
a. **La Poulie fixe :**

- a1 **Expérience** : supposons la poulie en équilibre sous l'action des forces F et R appliquées aux extrémités de la corde à l'aide de deux dynamomètres. La lecture des deux dynamomètres nous donne : $F = R$

a2 **Condition d'équilibre :**

La condition d'équilibre d'une poulie fixe sans frottement s'écrit : $F = R$

La force active à même intensité que celle de la force résistante.



b. **La poulie mobile :**

Dans la poulie mobile, le fil attaché en S s'enroule sur la moitié inférieure du disque. Il le soutient et aboutit à la main de l'opérateur. Les deux brins du fil sont parallèles. Si on néglige le poids de la poulie. La poulie est en équilibre sous l'action de trois forces.

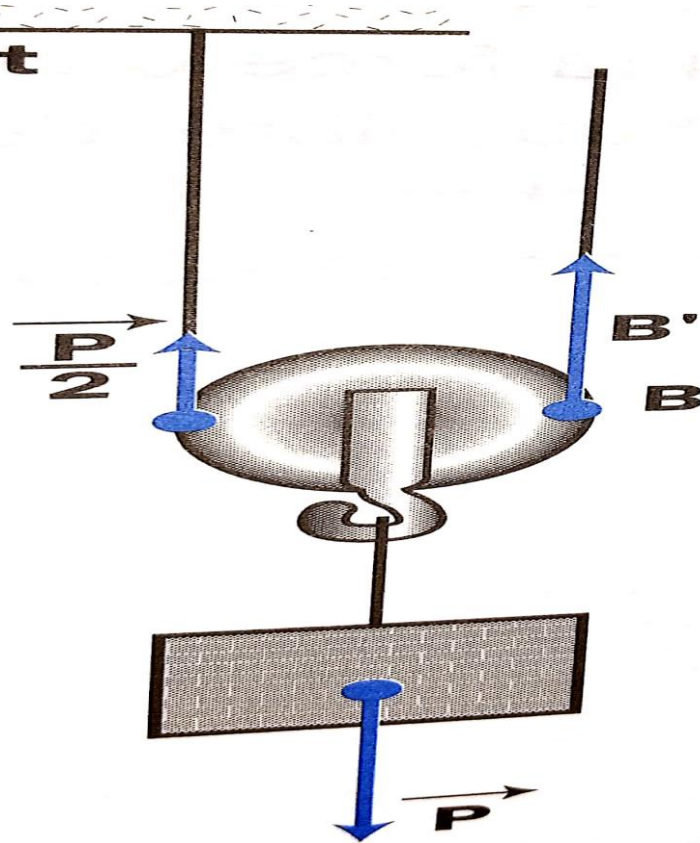
Le poids P ;

-Les tensions des fils, forces parallèles et opposées à R et d'intensité $\frac{P}{2}$

$$\vec{P} = \vec{\frac{P}{2}} + \vec{\frac{P}{2}}$$

-La main doit donc exercer une force motrice : F qui est $F = \frac{P}{2}$

$$P = F + F \Rightarrow P = 2F \text{ alors } F = \frac{P}{2}$$



Remarque : l'intensité de la force active qu'il faut appliquer aux brins de la corde d'une poulie mobile est égale à la moitié de l'intensité de la force résistante.

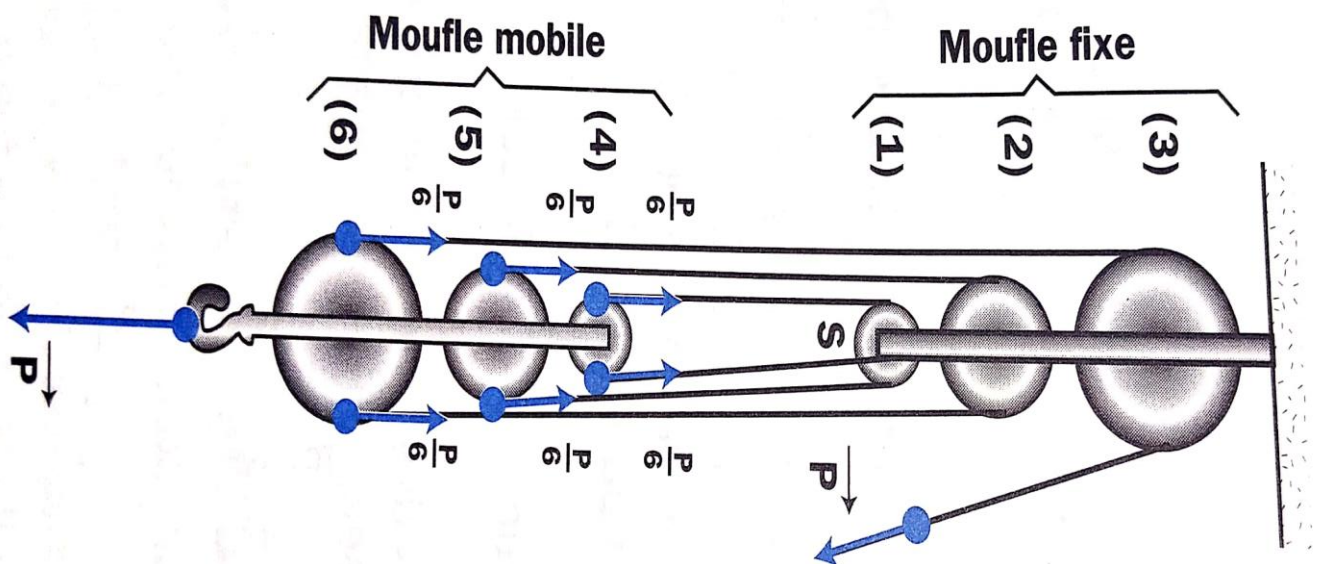
4. Assemblages de poulies :

a. Palan à brins parallèles :

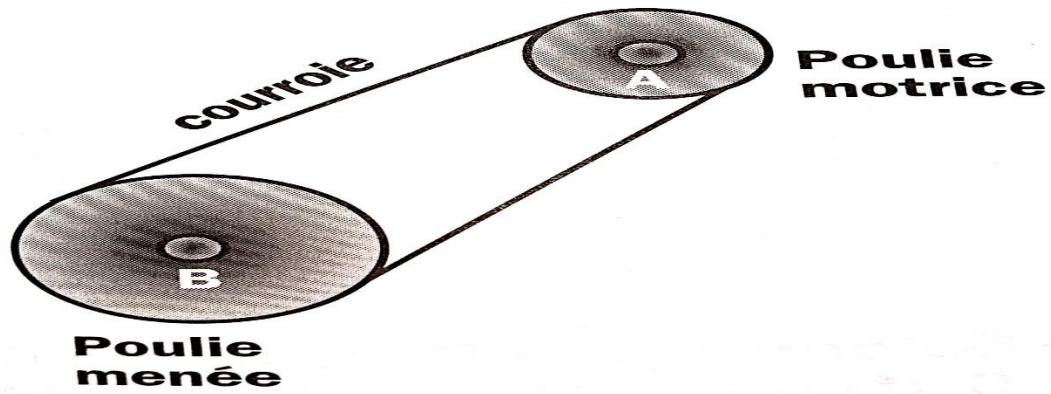
En multipliant le nombre des poulies fixes et celui des poulies mobiles, on parvient à fractionner, sur chaque brin de la même corde, la force totale exacte.

- Trois poulies supérieures ont leurs axes portés par le même étrier, elles forment un moufle fixe.
- Trois poulies inférieures un moufle mobile. La corde est fixée en S et s'enroule successivement sur les poulies (4, 1, 5, 2, 6, 3)

Les six brins étant parallèles à la force P chacun d'eux exerce une force de module $P/6$ qui est aussi la force que doit exercer la main sur le bout libre pour maintenir l'équilibre.



5. **Poulies et courroie de transmission** : Si A est mise en rotation par un moteur, son mouvement entraine celui de B qui peut, à son tour, faire fonctionner une machine-outil. A est alors la poulie motrice, B, la poulie menée.



Exercice : On veut soulever une charge de 150Kg à l'aide d'une poulie mobile. Calculer l'effort qu'il faut exercer à l'extrémité libre du câble pour maintenir la charge en équilibre. $g=10\text{N/Kg}$

Solution :

La poulie est en équilibre sous l'action des forces P , F'_1 et F_1

La condition d'équilibre est : $P + F_1 + F'_1 = 0$

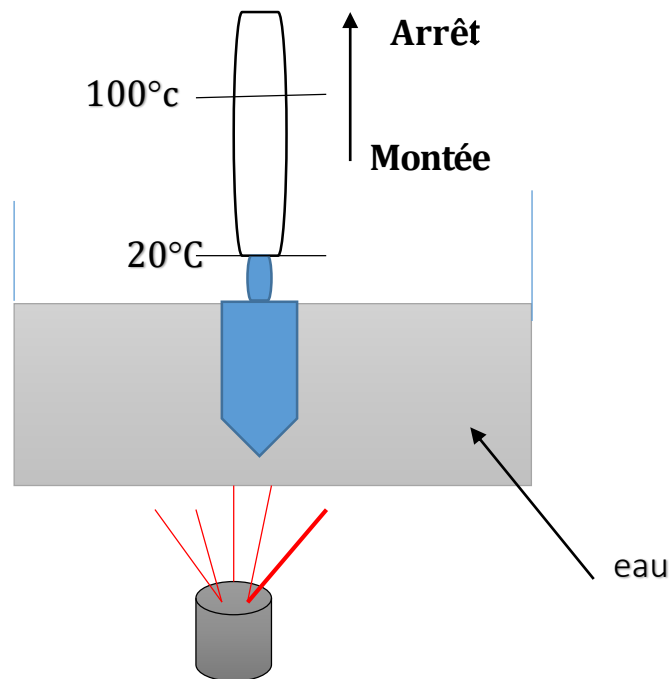
Avec $F_1 = F'_1$. On déduit que $P = 2F_1$ d'où $F_1 = \frac{P}{2} = \frac{150 \times 10}{2} = 750\text{N}$

$$F_1 = 150\text{N}$$

Rappels sur les quantités de chaleur

I. QU'EST-QUE LA CHALEUR ?

1. Expérience



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

2. Conclusion

La chaleur est la forme d'énergie qui provoque :

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

II. Les sources de chaleur

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

2. Exemples de sources de chaleur :

- Le soleil ;
- Les combustions de charbon dans un foyer ;
- Les combustions de l'essence dans un moteur ;
- Les combustions de l'essence, du gaz dans les réchauds ;
- Les chauffe-eau ;
- Les fours électriques.

III. EXPRESSION DE LA QUANTITE DE CHALEUR

La quantité de chaleur Q reçue ou cédée par un corps est :

- ★ Proportionnelle à la masse m de ce corps ;
- ★ Proportionnelle à l'élévation de la température $t_2 - t_1$
- ★ Dépend de la nature du corps

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

- Q : la quantité de chaleur, s'exprime en Joules (J) ;
- C : la chaleur massique, s'exprime en joules par kilogramme par degrés Celsius (J/Kg°C) ;
- $(t_2 - t_1)$: la température, s'exprime en kelvin ou degré Celsius (K ou °C).
- M : la masse du corps, s'exprime en Kilogramme (Kg)

IV. UNITE DE QUANTITE DE CHALEUR

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

Autres unités de quantité de chaleur

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

V. PRINCIPES FONDAMENTAUX DE LA CALORIMETRIE

★ **Définition** : La calorimétrie est la mesure de la quantité de chaleur.

1. Enoncés des principes fondamentaux

a. Le principe des transformations inverses

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

b. Le principe des échanges de chaleur

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

VI. CHALEUR MASSIQUE ET POUVOIR CALORIFIQUE D'UN COMBUSTIBLE

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

$$Q = m.C (t_2 - t_1) \quad \Rightarrow \quad C = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}$$

Le produit $m.C$ est appelé capacité calorifique : $m.C = \frac{Q}{t_2 - t_1}$

2. **Pouvoir calorifique** : Le pouvoir calorifique d'un combustible est la quantité de chaleur fournie par la combustion complète de 1Kg de ce combustible s'il est solide ou liquide et d'un mètre cube s'il est gazeux.
3. Le pouvoir calorifique s'exprime en J/Kg ou J/m³

★ **EXPRESSION DE LA TEMPERATURE FINALE D'UN MELANGE** : $T_f = \frac{m_1.t_1 + m_2.t_2}{m_1 + m_2}$

Exercice : déterminer la quantité de chaleur fournie à un morceau de plomb ayant une masse de 5,68Kg. Pour porter sa température de 16 °C à 65 °C.
Chaleur massique du plomb = 0,13.10³ J/Kg °C

Solution :

La quantité de chaleur fournie de 5,68Kg de plomb pour en élever la température de 15 à 65°C :

$$Q = m \times C \times (t_2 - t_1) = 5,68\text{Kg} \times 0,13.10^3 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} \times (65^\circ\text{C} - 16^\circ\text{C})$$

$$Q = 36181,6\text{J}$$

TRANSFORMATION RECIPROQUE DU TRAVAIL MECANIQUE EN CHALEUR

I. TRANSFORMATION RECIPROQUE DU TRAVAIL MECANIQUE EN CHALEUR

1. Exemple

- Les freins d'une voiture ou d'un vélo s'échauffent lorsque le conducteur freine.
- La balle d'un fusil s'écrasant sur un mur peut produire un dégagement de chaleur.

- Une joue ayant reçue une gifle s'échauffe.
- Une allumette s'enflamme par frottement.
- Le frottement des mains engendre de la chaleur.

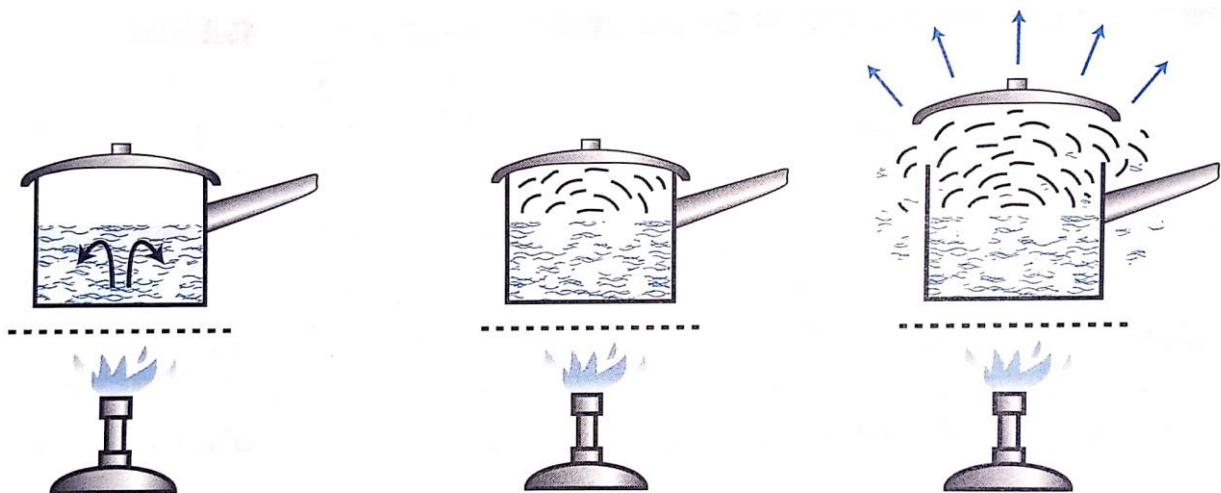
2. Conclusion

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

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

II. TRANSFORMATION DE LA CHALEUR EN TRAVAIL MECANIQUE

1. Expérience



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

2. Conclusion

La chaleur peut se transformer en travail mécanique.

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

III. ENERGIE MECANIQUE – ENERGIE CALORIFIQUE

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

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

$$W = F.l$$

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

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

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

- Q : s'exprime en Joule
- m : s'exprime Kilogramme
- C : s'exprime en J/Kg/°C
- $t_2 - t_1$: s'exprime en °C.

Exercice :

- a. Calcule, en Kilojoule, la quantité de chaleur qu'il faut fournir à 0,1Kg d'eau à 20 pour amener sa température à 100° C.
- b. Calcule, en Kilojoule, la quantité de chaleur nécessaire pour transformer cette eau en vapeur (à 100°C).
- c. Déduis des questions précédentes, l'énergie totale fournie à l'eau pour la transformer en vapeur.

On donne : chaleur massique de l'eau : $C_e=4180\text{J/Kg } ^\circ\text{C}$

Chaleur latente de vaporisation de l'eau (chaleur nécessaire pour vaporise à température constante 1Kg d'eau : $C_v=2253\text{KJ/Kg } ^\circ\text{C}$

Solution :

- a. Calculons la quantité de chaleur pour le chauffage :

$$Q_1 = m \times c \times (t_2 - t_1)$$

$$Q_1 = 0,1 \times 4,18.10^3(100 - 20) = 33,44.10^3\text{J} = 33,44\text{KJ}$$

$$\mathbf{Q = 33,44KJ}$$

b. Calculons la quantité de chaleur pour la vaporisation de 0,1Kg d'eau à 100°C

$$Q_2 = m \times C_v$$

$$Q_2 = 0,1Kg \times \frac{2253KJ}{Kg} = 225,3KJ$$

$$\mathbf{Q_2 = 225,3KJ}$$

c. Calculons l'énergie totale de transformation

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q = 33,44 + 225,3 = 258,74KJ$$

$$\mathbf{Q = 258,74KJ}$$

Moteurs thermiques : Moteur à explosion

I. PRINCIPE

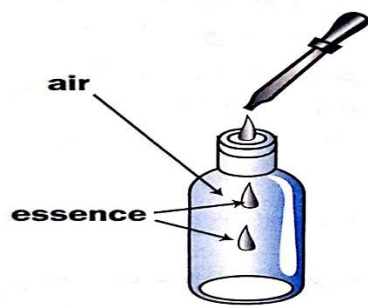
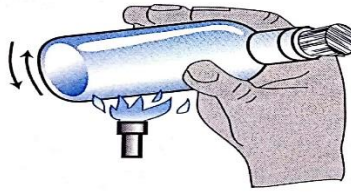
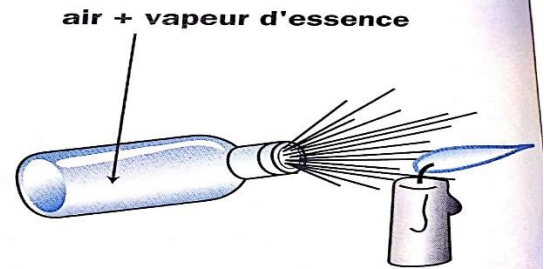


Fig. 3 a) gouttes d'essence dans la bouteille



b) l'essence se vaporise



c) la combustion rapide du mélange produit une explosion.

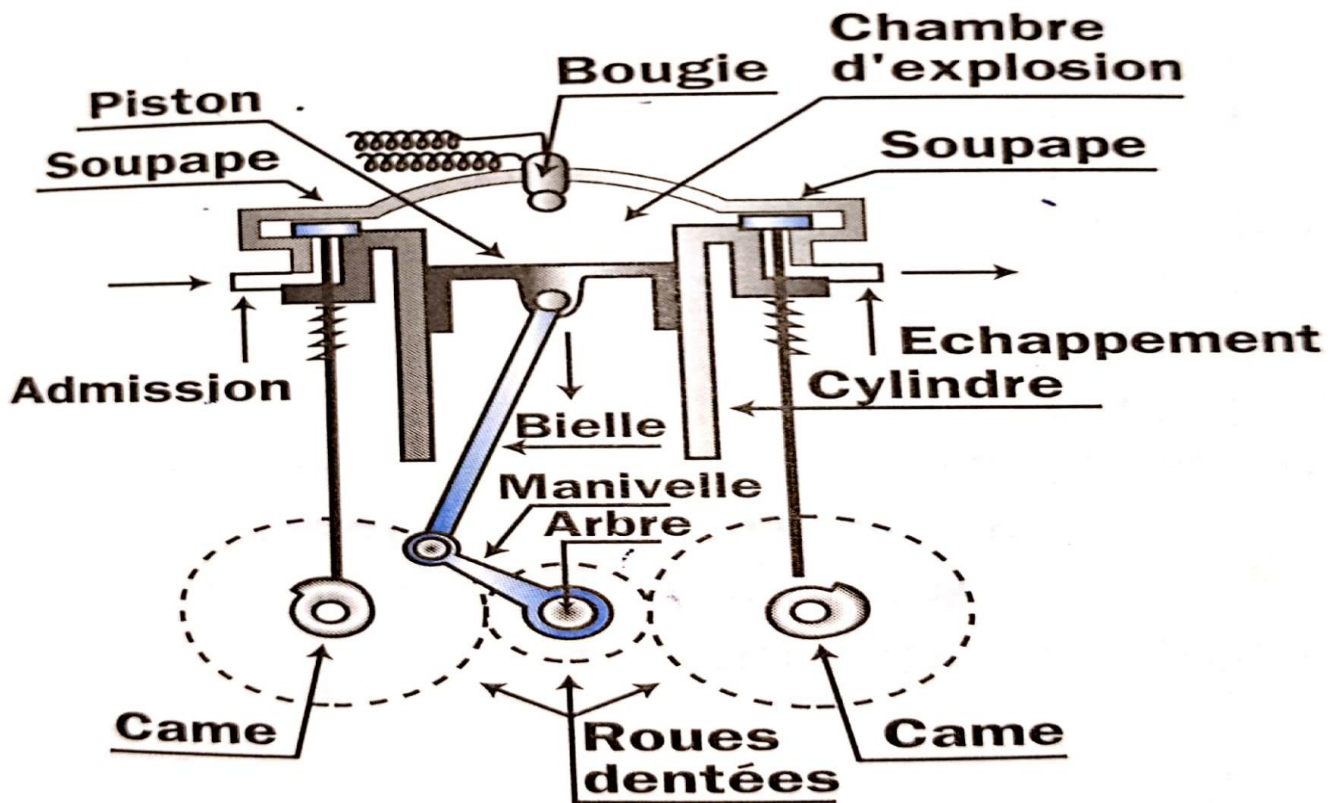
- a) Gouttes d'essence dans la bouteille
- b) L'essence se vaporise
- c) La combustion rapide du mélange produit une explosion

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

II. DESCRIPTION

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

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



III. FONCTIONNEMENT DU MOTEUR A QUATRE TEMPS

1. Admission

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

2. Compression

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

3. Explosion et détente

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

4. Echappement

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

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

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

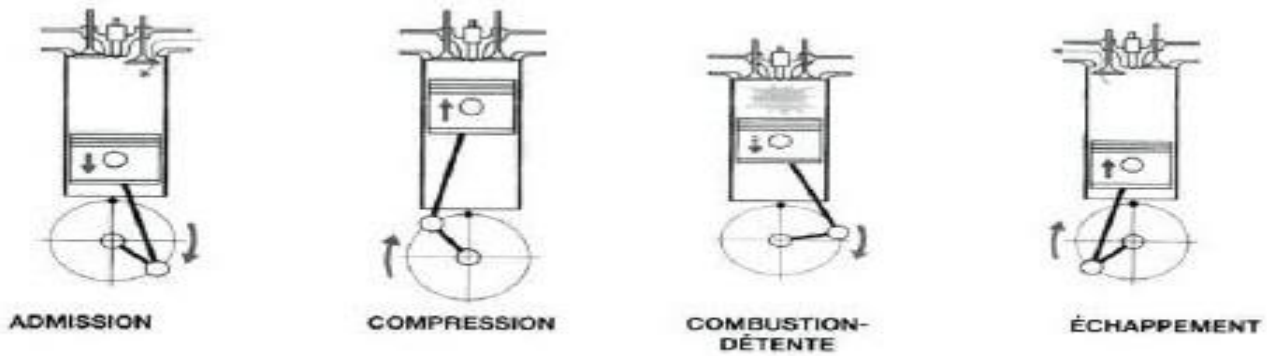


Figure 1.1 schéma de principe d'un cylindre de moteur diesel 4 temps.

IV. RENDEMENT D'UN MOTEUR THERMIQUE

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

$$R = \frac{\text{travail fourni par le moteur}}{\text{énergie thermique dépensée}}$$

$$R = \frac{W}{Q} < 1$$

Avec $W = P \cdot t$ $Q = m \times \text{Pouvoir calorifique}$

Le rendement s'exprime également par : $W = Q_1 - Q_2$ et $R = \frac{W}{Q} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

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

Exercice : Un moteur à explosion d'une puissance de 40Ch consomme 15L d'essence par heure. Calcule :

- a. La quantité d'énergie qu'on obtiendrait en 1heure si la chaleur dégagée par le combustible était intégralement transformée en travail ;
- b. Le rendement du moteur.

Masse volumique de l'essence utilisée $P = 0,72 \text{ Kg/dm}^3$;

Pouvoir calorifique de cette essence : 46.10^3 KJ/Kg

Solution :

- a. Énergie obtenue avec la combustion de 15L d'essence de pouvoir calorifique 46.10^3 KJ/Kg

- Masse de 15L (15dm³) d'essence de masse volumique μ

$$\mu = \frac{m}{v} \Rightarrow m = \mu \times v = \frac{0,72\text{Kg}}{\text{dm}^3} \times 15\text{dm}^3 = 10,8\text{Kg}$$

- $W_2 = 46.110^3 \times 10,8 = 496800\text{KJ}$

- Le travail effectué pendant une heure par le moteur de puissance 40Ch est :

$$W_1 = P \times t = 40 \times 736 \times 3600 = 150984\text{KJ}$$

- b. Rendement du moteur :

$$r = \frac{W_1}{W_2} = \frac{150984}{496800} = 0,30$$

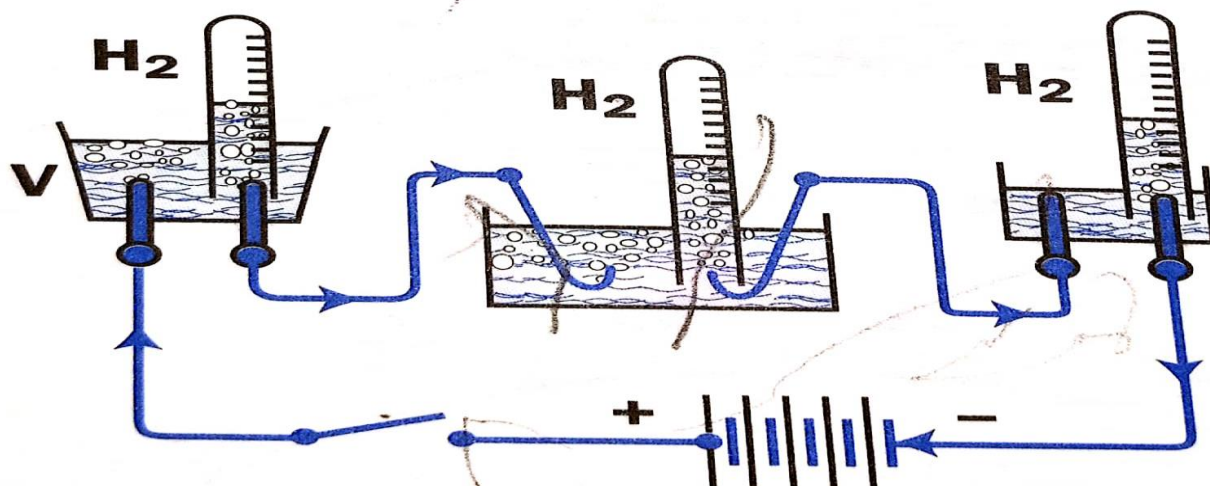
$$\mathbf{r = 0,30}$$

Quantité d'électricité:

I. Notion de quantité d'électricité

1. **Définition** : La quantité d'électricité transportée par un électron ou ion est égale à la valeur absolue de sa charge électrique.
2. **Expériences** :

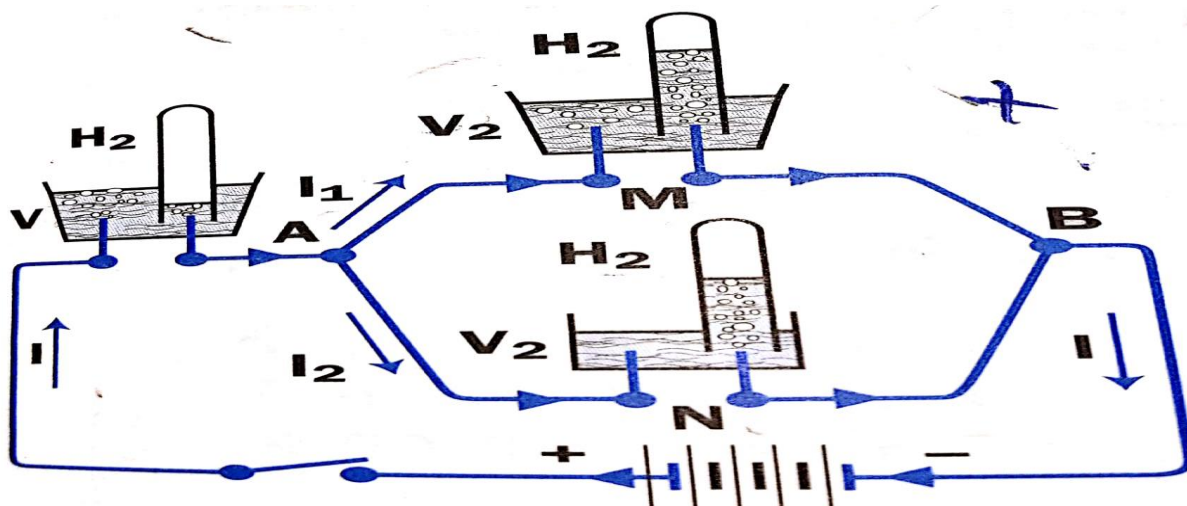
★ **Expérience 1**



Observe le schéma et interprète

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

★ **Expérience 2**



Observe le schéma et interprète

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

II. Formule -Unités de la quantité d'électricité :

1. Formule :

$$Q = I \times t \qquad I = \frac{Q}{t} \qquad t = \frac{Q}{I}$$

2. **Unité :** L'unité de la quantité d'électricité dans le système international est le Coulomb, symbole (C). Ah = 3600C
3. **Définition du coulomb :** Le coulomb est la quantité d'électricité transportée en une seconde par un courant de un ampère.
4. **Définition de l'ampère-heure :** L'ampère-heure est la quantité d'électricité qui traverse en une heure une section du circuit parcourue par le courant de 1A.

Exercice : Soit un courant continu d'intensité $I=1A$;

Calcule la quantité d'électricité Q débutée en une seconde et le nombre d'électrons qui traversent une section du circuit pendant le même temps

Solution :

- a. Quantité d'électricité débutée en une seconde avec un courant d'intensité 1A :

$$q = I \times t = 1A \times 1s = 1coulomb$$

$$q = 1coulomb$$

- b. Le nombre d'électrons traversant une portion du circuit pendant une seconde :

Si n est le nombre d'électrons, q_e la charge d'électron

$$q = n[q_e] \text{ d'où } n = \frac{q}{q_e} = \frac{1}{1,6.10^{-19}} = 0,625.10^{19} \text{ ou } 625.10^{16}$$

$$n = 625.10^{16} \text{ électrons}$$

Electrolyse étude qualitative et quantitative :

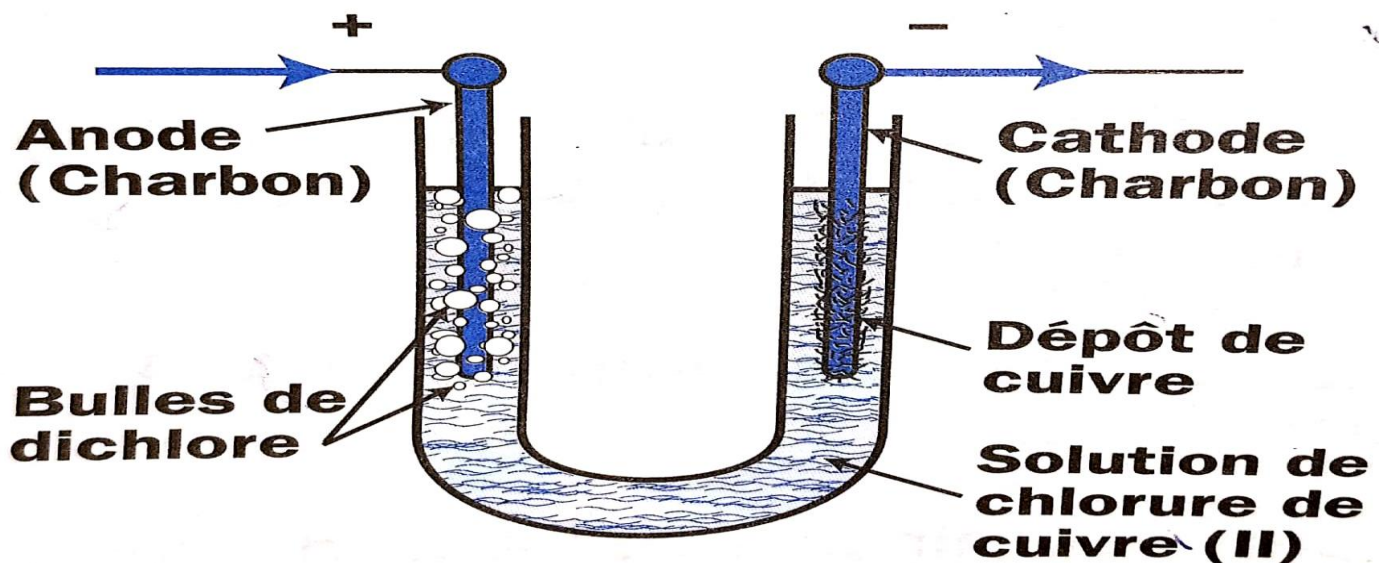
I. Etude qualitative

1. Définition

- **Electrolyse** : est la décomposition chimique de certaines substances en fusion ou en solution par le courant électrique.
- **Electrolytes** : substances en fusion ou en solution.
- **Electrolyseur ou voltamètre** : appareil qui permet de faire l'électrolyse.

2. Exemples d'électrolyses simples

a. Electrolyse d'une solution de chlorure de cuivre II



Le cuivre se dépose à la cathode et le dichlore se dégage à l'anode

Fermons l'interrupteur :

- A l'anode, le dichlore apparaît ;
- A la cathode, le dihydrogène se dégage.

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

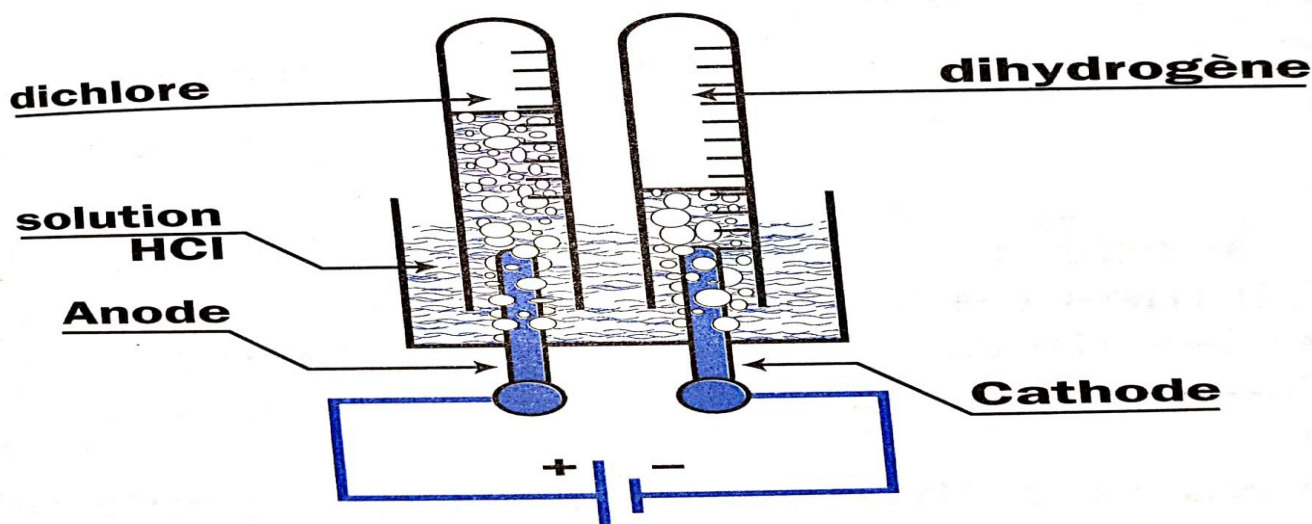


b. Electrolyse d'une solution d'acide chlorhydrique

Dans un électrolyseur à électrodes en charbon on introduit une solution de HCl. Chacune des électrodes est coiffée d'une éprouvette. L'interrupteur fermé, on constate que :

- A l'anode apparaît le dichlore ;
- A la cathode, le dihydrogène se dégage.

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



3. Interprétation des électrolyses : les ions

a. Quelques définitions

a1 Un ion positif ou cation est un atome (ou un groupe d'atomes) qui a perdu un ou plusieurs électrons.

La plupart des actions sont des ions métalliques

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

a2 Un ion négatif ou anion est un atome ou groupe d'atomes qui à gagner un ou plusieurs électrons.

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

a3 Interprétation de l'électrolyse

Les ions chlorures se dirigent vers l'anode où ils cèdent leurs électrons excédentaires pour devenir atome de dichlore



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



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

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

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

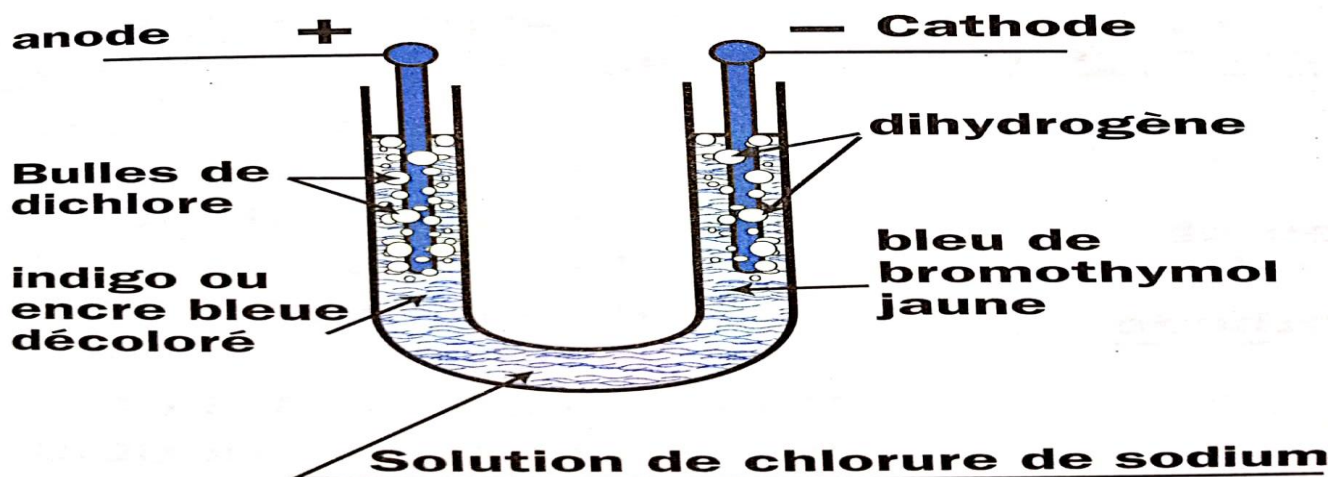
4. Lois qualitatives de l'électrolyse

- a. Lors de l'électrolyse, les anions et les cations de l'électrolyte se mettent en mouvement ordonné :
- A la cathode se dirigent les cations.
 - A l'anode se dirigent les anions.
- b. Il se produit un échange d'électrons entre les ions et les électrodes.
- Les produits de l'électrolyse n'apparaissent que sur les électrodes mais jamais au sein de la solution.

5. Electrolyse d'une solution de chlorure de sodium

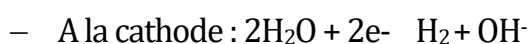
a. Expérience

L'électrolyse d'une solution de chlorure de sodium donne : des ions Na^+ et Cl^- .



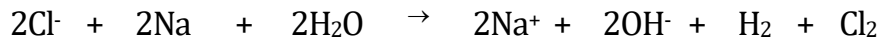
b. Interprétation

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



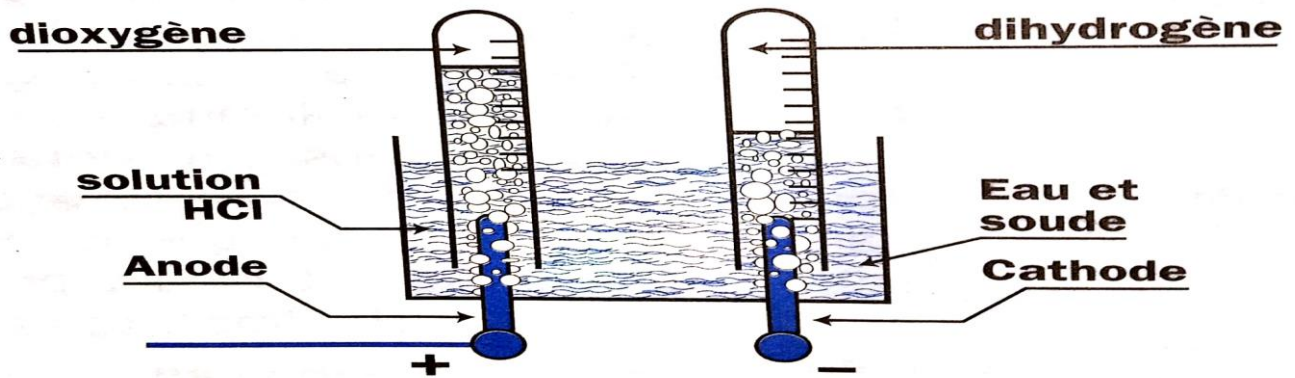
Bilan de la réaction :



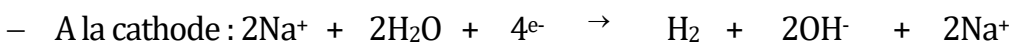
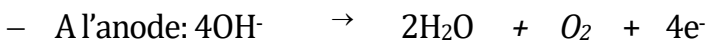


6. Electrolyse d'une solution de soude (NaOH)

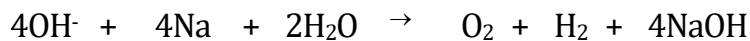
a. Expérience : L'électrolyse d'une solution de soude (NaOH) conduit à des ions Na^+ et OH^-



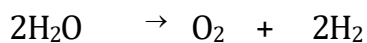
b. Interprétation



L'équation bilan de la réaction:

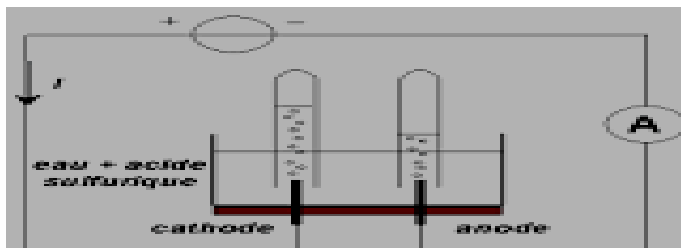


Tout se passe en définitive comme si l'eau seule était décomposée



7. Electrolyse d'une solution d'acide sulfurique

a. Expérience : L'électrolyse d'une solution d'acide sulfurique donne des ions H_3O^+ et SO_4^{2-}



b. Interprétation

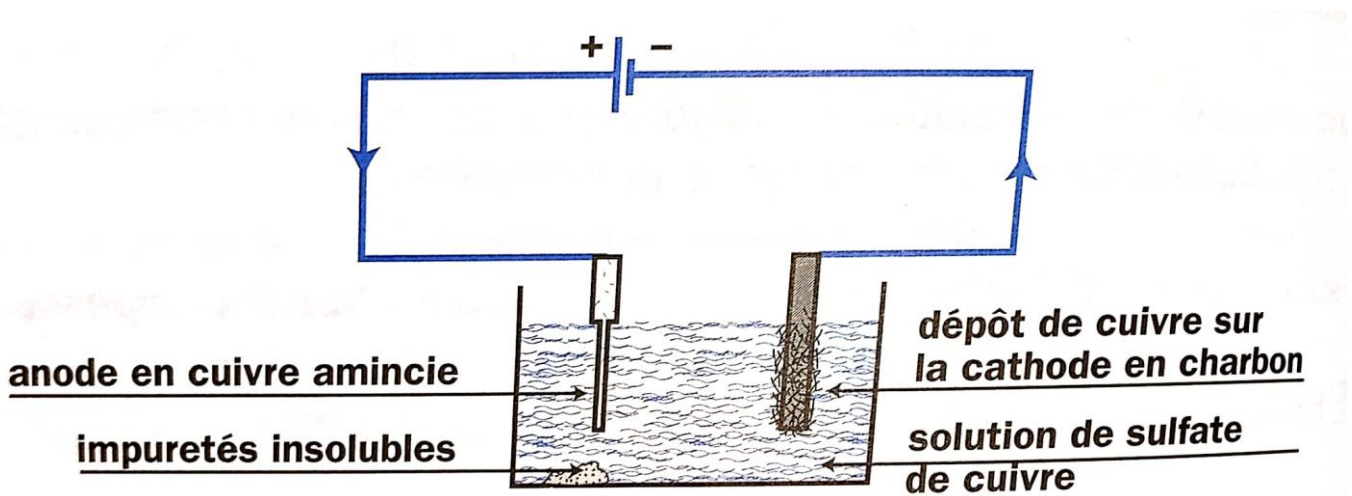
- A la cathode : Les ions H_3O^+ se dirigent à la cathode et captent deux électrons pour donner le dihydrogène.
- $2\text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- A l'anode: $\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

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



8. Electrolyse d'une solution de sulfate de cuivre

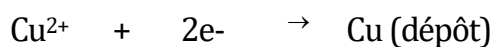
- a. **Expérience** : L'électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre conduit à des ions : Cu^{2+} et SO_4^{2-}



- b. **Interprétation** : Le sulfate de cuivre CuSO_4 en solution est dissocié en ion Cu^{2+} et SO_4^{2-}

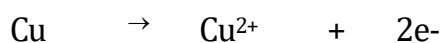


Les ions Cu^{2+} se dirigent vers la cathode, captent des électrons, ils sont réduits, le métal cuivre apparaît.



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

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



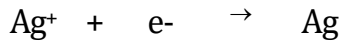
Tout se passe comme si le cuivre était transporté de l'anode sur la cathode.

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

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

II. Etude quantitative

1. La quantité d'électricité dans une électrolyse



Ion cède atome Par la cathode

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

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

- **Première loi** : La masse de métal (ou dihydrogène) libérée est proportionnelle à la quantité d'électricité qui traverse le voltamètre.
- **Deuxième loi** : Lorsqu'une même quantité d'électricité traverse différents électrolytes, les masses des différents métaux ou volumes de gaz dégagés sont proportionnelles aux valences de ces métaux ou de gaz.

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

On sait que $q = I.t$

Le nombre de moles d'électrons transportés au cours de l'électrolyse est $N_{e^-} = \frac{q}{F}$

La masse d'un métal est calculée par la relation : $m_{(\text{métal})} = \frac{q.M(\text{métal})}{n.F}$

Le volume d'un gaz est calculé par la relation : $V(\text{gaz}) = \frac{q.V_m}{n.F}$

2. Calcul des quantités de matières formées aux électrodes :

- a. **La mole** : On appelle mole de particules, la quantité de matière qui contient N particules.

N est appelé nombre d'Avogadro.

$$N = 6,02.10^{23} \text{ Mmol}^{-1}$$

- b. **Le Faraday** : On appelle Faraday, la quantité d'électricité portée par une mole d'électrons.

$$F = N.e$$

$$F = 6,02.10^{23} \times 1,6.10^{-19}$$

$$F = 96320 \text{ C} = 96500 \text{ C}$$

Exercice : Un courant de 3 Ampères traverse pendant 4 minutes un électrolyseur contenant du chlorure de cuivre II et du chlorure de sodium en solution aqueuse

- Ecris les équations des réactions chimiques aux électrodes et l'équation bilan de cette électrolyse.
- Calcule la masse de cuivre déposée à la cathode.
- Calcule la masse et le volume de dichlore dégagé à l'anode

Solution :

- Réaction électrochimiques aux électrodes :

La solution de chlorure de cuivre II contient des ions Cu^{2+} et Cl^-

Au cours de l'électrolyse :

A la cathode : $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ (1)

A l'anode : $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2e^-$ (2)

Equation bilan de l'électrolyse : $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cu} + \text{Cl}_2$

- Masse de cuivre déposé en 4minutes :

D'après les équations (1) et (2), le passage de deux électrons dans le conducteur électrique permet la formation :

- D'une molécule de dichlore qui se dégage ;
- D'un atome de cuivre qui se dépose.

Ainsi le passage de 2moles d'électrons permet :

- Le dépôt d'une mole de cuivre soit 63,5g de cuivre

- Le dégagement d'une mole de dichlore soit 24L de dichlore.

Le nombre de moles de cuivre déposé est alors la moitié du nombre de moles total d'électrons

$$n(\text{Cu}) = \frac{n_e}{2} = \frac{q}{2f} = \frac{I \times t}{2f} \text{ où } f \text{ étant la Faraday}$$

La masse de cuivre est alors : $m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \times M(\text{Cu})$

$$m(\text{Cu}) = \frac{I \times t}{2f} \times M(\text{Cu})$$

A.N : $t=4\text{mn}=240\text{s}$; $I=3\text{A}$; $M(\text{Cu})=63,5\text{g/mol}$

$$m(\text{cu}) = \frac{3 \times 240}{2 \times 96500} \times 63,5 = 237\text{g}$$

$$\mathbf{m(\text{cu}) = 273\text{g}}$$

- c. Le nombre de mole de dichlore dégagée est $n(\text{Cl}_2) = \frac{n_e}{2}$
- Le volume de dichlore dégagé est : $V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \times V_0$

$$\text{Soit } V(\text{Cl}_2) = \frac{n_e}{2} \times V_0 = \frac{I \times t}{2f} \times V_0$$

A.N : $t=240\text{s}$; $I=3\text{A}$; $V_0=24\text{L/mol}$

$$V(\text{Cl}_2) = \frac{3 \times 240}{2 \times 96500} \times 24 = 89.10^{-3}\text{L}$$

$$\mathbf{V(\text{Cl}_2) = 89.10^{-3}\text{L}}$$

- La masse du dichlore formé est :

$$m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \times M(\text{Cl}_2) = \frac{n_e}{2} \times M(\text{Cl}_2) = \frac{I \times t}{2f} \times M(\text{Cl}_2)$$

A.N : $I=3A$; $t=240s$; $M(Cl_2)=71g/mol$

$$m(Cl_2) = \frac{3 \times 240}{2 \times 96500} \times 71 = 0,26g$$

$$m(Cl_2) = 0,26g$$

Lois de Faraday : Application industrielles

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

I. Préparations industrielles

1. De métaux électrolytiques

a. Le zinc :

Le zinc est obtenu par électrolyse du sulfate de zinc acidifié par l'acide sulfurique

L'équation de la réaction à la cathode est :



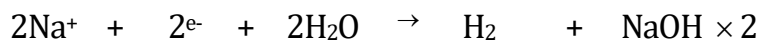
b. Le magnésium

Le manganèse est obtenu par électrolyse des solutions de sulfate de manganèse II acidifiés par l'acide sulfurique



II. De gaz

a. Le dichlore



Ils ont pour but de protéger le métal contre la corrosion.

Il est réalisé par l'électrolyse à « anode soluble ».

L'aluminium est oxydé en alumine (Al_2O_3). Les anodes sont en aluminium et les cathodes sont en plomb. L'électrolyte est l'acide sulfurique. La couche d'alumine obtenue est très régulière.

Les oxydes obtenus sont plus purs que ceux obtenus par les procédés chimiques.

C'est la reproduction d'objet à partir d'un moule capteur qui constitue la cathode.

Le métal se dépose sur le moule en prenant sa forme ; on détache ensuite le métal du moule.

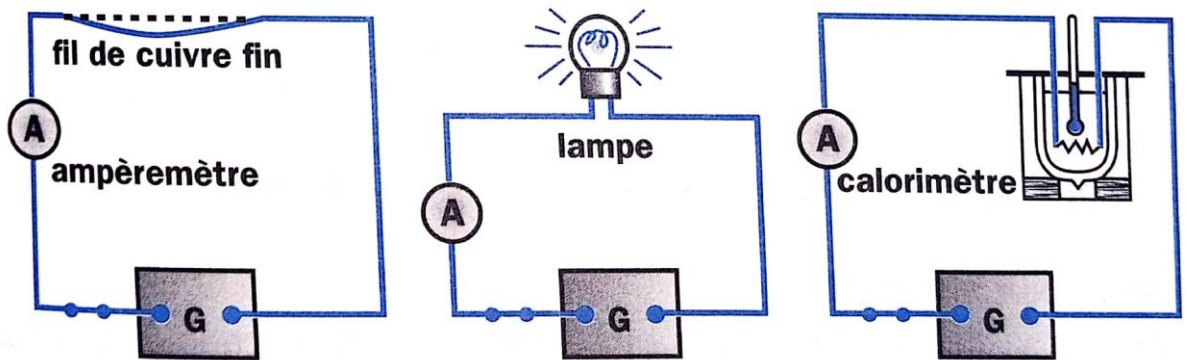
On fabrique avec cette méthode des médailles, des moules pour disques d'électrophone, des clichés d'imprimerie.

EFFECT JOULE :

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

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

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



a - Le fil de cuivre fin s'incurve : il se dilate

b - La lampe «s'allume»

c - La température du liquide s'élève : ce liquide s'échauffe

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

Lorsque le courant passe dans les circuits électriques :

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

1. Énoncé :

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

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

L'effet Joule représente une énergie dissipée en pure perte. L'échauffement peut détériorer les composants électriques.

$$U = R \times I$$

U : tension, s'exprime en volts(V)

I : intensité, s'exprime en ampères (A)

R : résistance, s'exprime en ohms (Ω)

$$P = U \times I$$

P : puissance électrique s'exprime en watts (W)

U : tension, s'exprime en volts(V)

I : intensité, s'exprime en ampères (A)

$$P = R.I^2$$

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

$$Q = P \times t$$

W : s'exprime en Joules (J)

R : s'exprime en ohms (Ω)

I : s'exprime en ampères (A)

t : s'exprime en secondes (s)

Exercice : On veut chauffer un litre d'eau de 15° C à 40° C au moyen d'un chauffe-eau électrique plongé dans cette eau et parcouru par un courant électrique de 4A.

La différence de potentiel aux extrémités du chauffage est 220V.

Calcule :

- La résistance électrique du chauffe-eau.
- La quantité de chaleur fournie (en joules) par le chauffe-eau.
- La durée de l'expérience.
- La quantité d'électricité qui aura traversé le chauffe-eau.

On donne chaleur massique de l'eau $C_{\text{eau}}=4180\text{J/Kg } ^\circ\text{C}$.

Solution :

- Le chauffe – eau est un résistor de résistance R. le passage d'un courant I est lié à la tension U volts telle que :

$$U = R \times I \text{ (loi d'ohm)}$$

La résistance de la chauffe – eau est alors :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{4} = 55 \Omega$$

$$\mathbf{R = 55 \Omega}$$

- b. La chaleur fournie par la chauffe – eau est absorbée par l’eau dont la température passe de 15°C à 40°C. la chaleur reçue par l’eau pour s’échauffer a pour expression :

$$Q = m \times C_e \times (t_2 - t_1)$$

A.N : $C_e=4180\text{J/Kg}^\circ\text{C}$; $t_2=40^\circ\text{C}$; $t_1=15^\circ\text{C}$; la masse de 1L d’eau est 1Kg

$$Q = 1 \times 4180 \times (40 - 15) = 104500\text{J}$$

$$\mathbf{Q = 104500J}$$

- c. Durée t de l’expérience :

L’énergie électrique fournie par la chauffe – eau a pour expression :

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

C’est la même énergie qui a été transférée à l’eau sous forme de chaleur Q.

$$W = R \times I^2 \times t = Q \Rightarrow t = \frac{Q}{R \times I^2}$$

A.N : $Q=104500\text{J}$; $R=55\Omega$; $I=4\text{A}$

$$t = \frac{104500}{55 \times 4^2} = 118\text{s}$$

$$\mathbf{t = 118s}$$

- d. Quantité d’électricité ayant traversé la chauffe – eau

$$q = I \times t = 4 \times 118 = 472\text{Coulomb}$$

$$\mathbf{q = 472Coulomb}$$

La résistance :

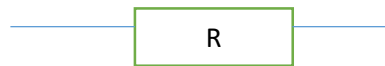
Introduction : Tout élément de circuit électrique possédant deux bornes, s’appelle dipôle.

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

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

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

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



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

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

Un résistor permet de modifier l'intensité du courant.

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

II. **ETUDE D'UNE RESISTANCE**

1. **Expérience** : Les résistors (résistances) permettent de modifier l'intensité du courant dans un circuit. Lorsque l'intensité I du courant qui traverse le résistor varie, la tension U varie dans le même sens.

Notons les valeurs de I pour différentes valeurs de U .

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

2. **Interprétation de l'expérience :**

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

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

III. RESISTANCE D'UN CONDUCTEUR OHMIQUE

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

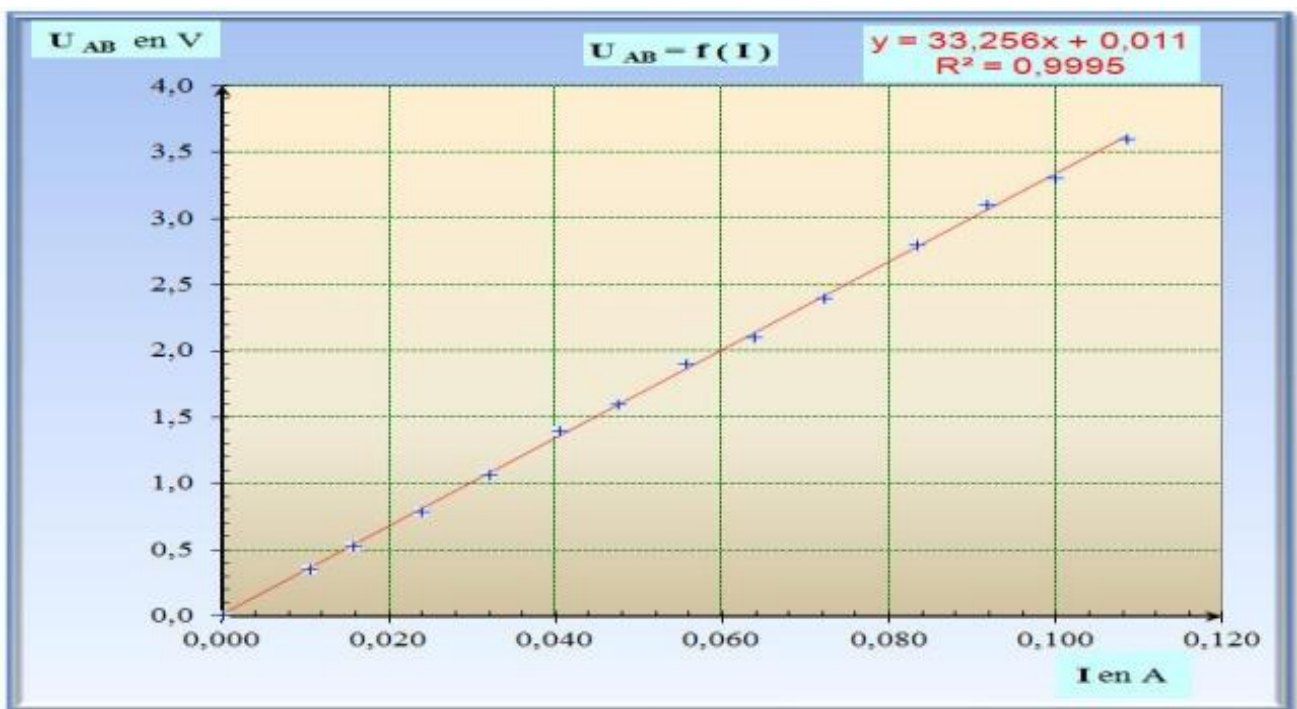
$$R = \rho \frac{l}{S}$$

R : s'exprime en Ω

ρ : s'exprime en Ωm

l : s'exprime en m

S : s'exprime en m^2



$$P = RI^2t \text{ ou } P = UI t$$

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

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

Exercice : un résistor est traversé par un courant de 0,29A : la tension aux bornes de ce dipôle est alors de 24V.

- Calcule la résistance de ce dipôle.

- b. Calcule la tension aux bornes du résistor lorsqu'il est traversé par un courant de 1A

Solution :

- a. La loi d'ohm appliquée au résistor lorsque $I=0,29\text{A}$ et $U=24\text{V}$:

$$U = R \times I \Rightarrow R = \frac{U}{I}$$

A.N : $U=24\text{V}$; $I=0,29\text{A}$

$$R = \frac{24}{0,29} = 82,76\Omega$$

$$\mathbf{R = 82,76\Omega}$$

- b. Tension aux bornes du dipôle lorsque $I=0,1\text{A}$

$$U = R \times I = 82,76 \times 0,1 = 8,28\text{V}$$

$$\mathbf{U = 8,28\text{V}}$$

ASSOCIATION EN SERIE ET EN PARALLELE DE RESISTANCES :

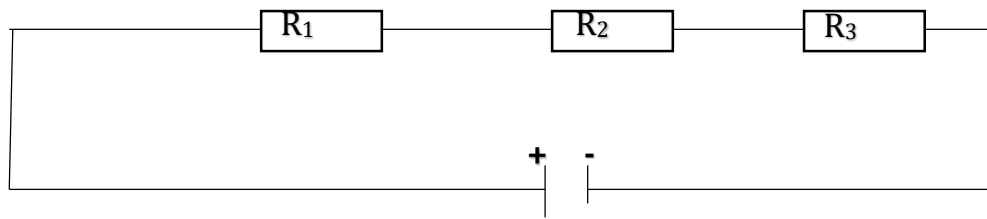
I. **ASSOCIATION EN SERIE :**

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

La résistance équivalente R_e est égale à la somme des résistances.

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

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3$$



Remarque :

- En série l'intensité I ne varie pas

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

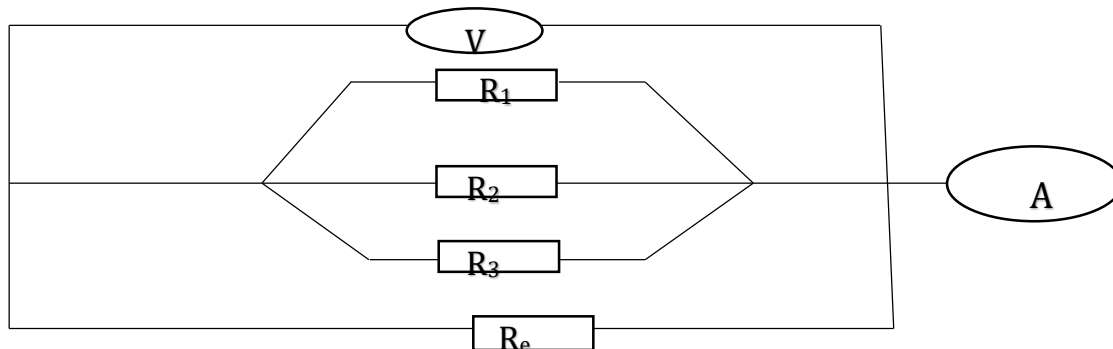
- En série La tension Varie :

$$U_t = U_1 + U_2 + U_3$$

II. ASSOCIATION EN PARALLELE OU EN DERIVATION :

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

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \dots \dots \frac{1}{R_n}$$



Remarque :

- En parallèle l'intensité varie

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

- En parallèle la tension ne varie pas

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

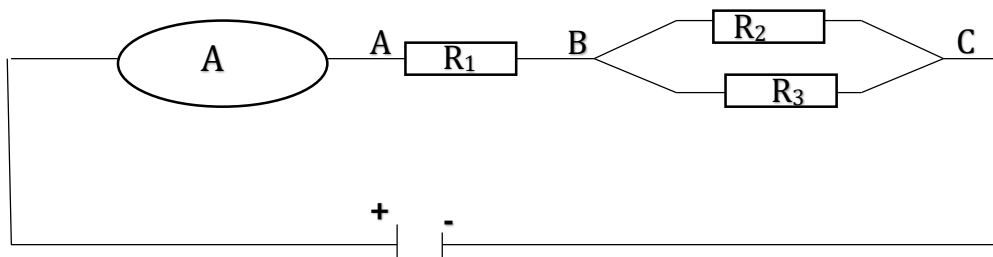
III. APPLICATION :

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

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

Exercice : dans le montage de la figure ci – dessous, on place, entre A et B un conducteur ohmique de résistance $R_1=3\Omega$, tandis qu'un B et C sont montés en parallèles des conducteurs ohmiques de résistances $R_2=5\Omega$ et $R_3=4\Omega$.

Calcule la résistance du conducteur ohmique équivalent.



Solution :

La résistance équivalente à R_2 et R_3

$$\text{Soit } R' : \frac{1}{R'} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_2+R_3}{R_2 \times R_3} \text{ soit } R' = \frac{R_2 \times R_3}{R_2+R_3} = \frac{5 \times 4}{5+4} = \frac{20}{9} \Omega$$

$$R' = \frac{20}{9} \Omega$$

La résistance équivalente à R' et R_1 est :

$$\text{Soit } R_e : R_e = R_1 + R' = 3\Omega + \frac{20}{9}\Omega = \frac{47}{9}\Omega = 5,22\Omega$$

$$R_e = 5,22\Omega$$