

Classes: 2nde C
Thème: Mécanique
Titre de la leçon : Le mouvement
Durée : 7h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Montrer	le caractère relatif du mouvement d'un point matériel
Définir	<ul style="list-style-type: none"> • un référentiel. • un repère d'espace. • Un repère de temps. • le vecteur-position d'un point matériel.
Repérer	quelques points dans un repère convenablement choisi.
Définir	<ul style="list-style-type: none"> • la trajectoire d'un point matériel. • la vitesse moyenne. • la vitesse instantanée. • le vecteur-vitesse.
Déterminer	les caractéristiques du vecteur-vitesse.
Représenter	Le vecteur-vitesse
Déterminer	La nature du mouvement : - mouvement rectiligne uniforme ; - mouvement rectiligne uniformément varié ; - mouvement circulaire uniforme.

Situation d'apprentissage

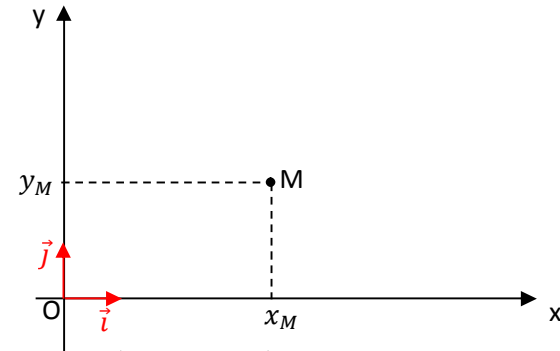
Le premier jour de la rentrée scolaire, des élèves de la classe de 2nde C du Collège Moderne de Tiédo échantent de leurs nouvelles. L'un d'entre eux raconte son voyage depuis Bondoukou jusqu'à Tiédo. Il dit qu'il est parti de Bondoukou à 10 h 15 min et a parcouru la distance de 79 km en 1 h 50 min. Il dit encore que le véhicule ralentissait en abordant les virages et roulait plus vite sur les routes rectilignes et qu'à travers la fenêtre il voyait défiler les arbres. Ces camarades ayant apprécié le récit, décident ensemble d'étudier ce déplacement. Pour cela, ils cherchent à montrer le caractère relatif du mouvement, puis à définir un référentiel, les vitesses moyenne et instantanée et enfin à identifier les différents types de mouvement effectués.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Disque en carton. - Enregistrements sur aérotable (n°1; 4; 5; 6).	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Schémas - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 nd e C. Collection EURIN GIE 2 nd e C.

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	LE MOUVEMENT
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p>1. Caractère relatif du mouvement</p> <p>1.1 Exemple</p> <p>Considérons un passager assis dans un car et un observateur arrêté au bord de la route.</p> <p>Le passager est :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en mouvement par rapport à l'observateur car la distance entre les deux personnages varie au cours du temps. - au repos par rapport au par rapport au car sa position ne varie pas au cours du temps. <p><u>Conclusion</u> : La notion de mouvement ne dépend que de l'objet de référence choisi : le mouvement a un caractère relatif.</p> <p>1.2 Référentiel</p> <p>Le référentiel est le solide par rapport auquel on décrit le mouvement d'un mobile.</p> <p><u>Exemples</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le référentiel terrestre ; - le référentiel géocentrique ; - le référentiel de Copernic ; - le référentiel Galiléen. <p>1.3 Repérage d'un point mobile</p> <p>Pour localiser un mobile dans l'espace et dans le temps, on associe au référentiel un repère d'espace et un repère de temps.</p> <p>1.3.1 Repère d'espace</p> <p>Le repère d'espace est lié à un référentiel donné. Il permet de définir la position du point mobile M par les coordonnées du vecteur-position \overrightarrow{OM} et a pour origine un point O.</p> <p>Trois cas peuvent être distingués :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1^{er} cas : M se déplace sur une droite. <div align="center"> </div>

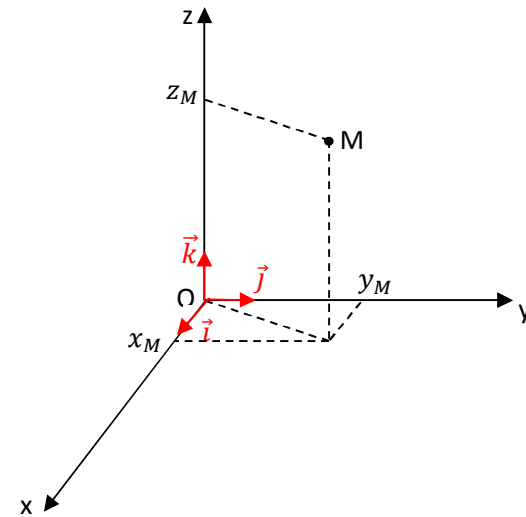
Le vecteur-position \overrightarrow{OM} s'écrit : $\overrightarrow{OM} = x_M \vec{i}$

- 2^{ème} cas : M se déplace dans un plan.



Le vecteur-position \overrightarrow{OM} s'écrit : $\overrightarrow{OM} = x_M \vec{i} + y_M \vec{j}$

- 3^{ème} cas : M se déplace dans un espace.



Le vecteur-position \overrightarrow{OM} s'écrit : $\overrightarrow{OM} = x_M \vec{i} + y_M \vec{j} + z_M \vec{k}$

NB : - les vecteurs

1.3.2 Repère de temps

Un **repère de temps** permet de **situer** un point mobile **dans le temps**.

Le temps se présente sous deux aspects :

- A chaque position du point mobile M, on associe un **temps précis** appelé **instant** ou **date** noté **t**. L'unité légale du temps est la **seconde (s)**.
- **La durée** est l'intervalle de temps séparant deux instants respectifs t_i et t_f notée Δt : $\Delta t = t_f - t_i$ avec $t_f > t_i$.

1.4 Trajectoire d'un point mobile

La trajectoire d'un point mobile est l'ensemble des positions occupées successivement par le mobile au cours de son mouvement.

- Si les positions forment une droite, on dit que la trajectoire est **rectiligne**.
- Si les positions forment un cercle, on dit que la trajectoire est **circulaire**.
- Si les positions forment une courbe, on dit que la trajectoire est **curviligne**.

1. Vitesse

1.1 Vitesse moyenne

La vitesse moyenne est le quotient de la distance parcourue d par la durée Δt du parcours.

$$m/s \text{ ou } m.s^{-1} \rightarrow \boxed{V_m = \frac{d}{\Delta t}} \leftarrow \begin{matrix} m \\ s \end{matrix}$$

Exemple : La vitesse moyenne effectuée par un automobiliste sur le trajet Tanda-Bondoukou, long de 56 km, en 1 h10 min est de **$m.s^{-1}$** .

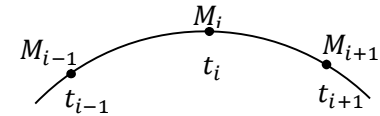
1.2 Vitesse instantanée

- La vitesse instantanée est la vitesse à un instant précis. Elle se lit sur le compteur de vitesse (automobiles, motos,...).

Exemple : Le principal du CMT arrive au niveau du pont Bahia et consulte son tableau de bord qui indique $100 km.h^{-1}$.

$100 km.h^{-1}$ est la **vitesse instantanée**.

- On peut calculer cette vitesse comme étant la vitesse moyenne entre deux instants très proches encadrant l'instant t_i .



$$V_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} \quad \text{ou} \quad V_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$$

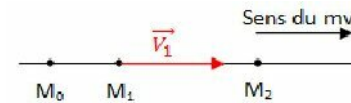
avec $M_{i-1}M_{i+1}$: distance entre les positions M_{i-1} et M_{i+1}
et τ : l'intervalle de temps entre deux positions successifs.

Exemple : L'expression de la vitesse instantanée à la date t_1 est : $V_1 = \frac{M_0M_2}{2\tau}$

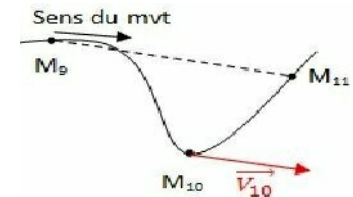
1.3 Caractéristiques du vecteur-vitesse

A chaque vitesse, on peut associer un vecteur-vitesse dont les caractéristiques sont :

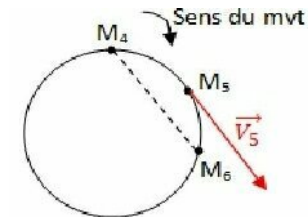
- **Point d'application** : position du point mobile à l'instant considéré ;
- **Direction** : la tangente à la trajectoire au point considéré ;
- **Sens** : celui du mouvement ;
- **Norme** : valeur de la vitesse instantanée à l'instant considéré.



Trajectoire rectiligne



Trajectoire curviligne



Trajectoire circulaire

2. Etude de quelques mouvements

2.1 Mouvement rectiligne uniforme

2.1.1 Expérience

Sur une table à coussin d'air, on enregistre les positions successives d'un mobile M à intervalle de temps régulier $\tau =$ ms. Sa trajectoire est donnée par le document 1 ci-dessous.

.

Document 1

2.1.2 Etude du document 1

- La trajectoire de M est une **droite** donc son mouvement est **rectiligne**.
- Les positions successives de M sont régulièrement espacées ($M_0M_1 = M_1M_2 = \dots = M_9M_{10} =$ cm) donc son mouvement est **uniforme**.
 \Rightarrow Le **mouvement** de M est **rectiligne et uniforme**.
- Représentation des vecteurs-vitesses \vec{V}_i sur le document 1 à l'aide de l'échelle suivant : 1 cm \longrightarrow 0,25 m.s⁻¹.

Date t _i	t ₁	t ₄	t ₇
Vitesse instantanée V _i (m.s ⁻¹)	V ₁ =	V ₄ =	V ₇ =
	V ₁ =	V ₄ =	V ₇ =
	V ₁ =	V ₄ =	V ₇ =
Longueur de \vec{V}_i (cm)			

La vitesse instantanée a la **même valeur** à toutes les dates : **V₁ = V₄ = V₇ = ... = m.s⁻¹**. De plus, après avoir représenté les vecteurs-vitesse sur le document 1 à l'aide de l'échelle, on constate qu'ils ont la **même direction** et le **même sens**.

\Rightarrow Le **vecteur-vitesse** de M est **constant** ($\vec{V}_1 = \vec{V}_4 = \vec{V}_7 = \dots$).

2.1.3 Conclusion

Dans un **mouvement rectiligne et uniforme**, le **vecteur-vitesse** d'un point mobile est **constant** (même norme, même direction et même sens).

2.2 Mouvement rectiligne varié

2.2.1 Expérience

On enregistre les positions successives d'un point mobile A à un intervalle de temps régulier $\tau =$ ms (voir document 2).

* * * * *

Document 2

2.2.2 Etude du document 2

- La trajectoire de A est une **droite** donc son mouvement est **rectiligne**.
- Les distances entre les positions successives de A ne sont pas les mêmes donc son mouvement est dit **varié**.

⇒ Le **mouvement** de A est **rectiligne et varié**.

- Représentation des vecteurs-vitesses \vec{V}_i sur le document 2 à l'aide de l'échelle suivant : 1 cm \longrightarrow 0,25 m.s⁻¹

Date t _i	t ₂	t ₅	t ₇
Vitesse instantanée V _i (m.s ⁻¹)	V ₂ =	V ₅ =	V ₇ =
	V ₂ =	V ₅ =	V ₇ =
	V ₂ =	V ₅ =	V ₇ =
Longueur de \vec{V}_i (cm)			

La vitesse instantanée de A **varie** à chaque instant (**V₂ ≠ V₅ ≠ V₇**). Après représentation des vecteurs-vitesse sur le document 2 en tenant compte de l'échelle, on constate que ces vecteurs ont la **même direction** et le **même sens**.

⇒ Le **vecteur-vitesse** de A **varie** (**$\vec{V}_2 \neq \vec{V}_5 \neq \vec{V}_7$**).

2.2.3 Conclusion

Dans un **mouvement rectiligne et varié**, le **vecteur-vitesse** d'un point mobile

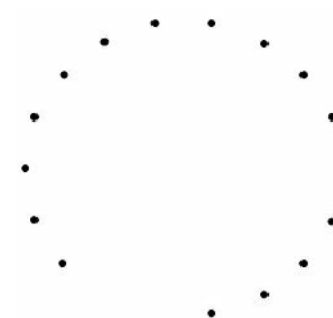
varie (même direction, même sens, mais de normes différentes).

2.3 Mouvement circulaire uniforme

2.3.1 Expérience

On enregistre les positions successives d'un point mobile B à un intervalle de temps régulier $\tau =$ ms (voir document 3).

(Voir page suivante)



Document 3

2.3.2 Etude du document 3

- La trajectoire de B est un **cercle** donc son mouvement est **circulaire**.
- Les positions successives de B sont régulièrement espacées ($B_0B_1 = B_1B_2 = \dots = B_{15}B_{16} =$ cm) donc son mouvement est **uniforme**.

\Rightarrow Le **mouvement** de B est **circulaire et uniforme**.

- Représentation des vecteurs-vitesses \vec{V}_i sur le document 3 à l'aide de l'échelle suivant : 1 cm \longrightarrow 0,1 m.s⁻¹

Date t_i

t₁

t₇

t₁₂

Docs à portée de main

Vitesse instantanée V_i (m.s^{-1})	$V_1 =$ $V_1 =$ $V_1 =$	$V_7 =$ $V_7 =$ $V_7 =$	$V_{12} =$ $V_{12} =$ $V_{12} =$
Longueur de \vec{V}_i (cm)			

La vitesse instantanée de B a la **même valeur** à toutes les dates : $V_1 = V_4 = V_{16} = \dots = \text{m.s}^{-1}$. Après représentation des vecteurs-vitesse sur le document 3 en tenant compte de l'échelle, on constate que ces vecteurs ont **des directions et des sens différents**.

⇒ Le **vecteur-vitesse** de B **varie**.

Remarque : Les perpendiculaires aux vecteurs-vitesse se coupent un point qui est le centre du cercle.

2.3.3 Conclusion

Dans un **mouvement circulaire et uniforme**, le **vecteur-vitesse** d'un point mobile **varie** (même norme, mais de directions et de sens différents).

Activité d'évaluation

Classes: 2nd C
Thème: Mécanique
Titre de la leçon : Actions mécaniques ou forces
Durée : 10h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Connaître	les effets d'une action mécanique.
Définir	une action mécanique.
Identifier	les types d'actions mécaniques : - action mécanique localisée ; - action mécanique répartie en volume s'exerçant à distance ; - action mécanique de contact répartie en surface.
Représenter	quelques actions mécaniques : - tension d'un fil ; - poids d'un corps ; - réaction d'un support.
Déterminer	la relation entre la tension et l'allongement d'un ressort.
Utiliser	la relation : $T = k (l - l_0)$.
Enoncer	le principe des interactions ou actions réciproques.
Utiliser	le principe des interactions ou actions réciproques.
Citer	quelques applications des actions réciproques.
Définir	un système mécanique.
Identifier	les forces extérieures agissant sur un système.
Représenter	Les forces qui s'exercent sur un système.

Situation d'apprentissage

Au cours d'une finale d'interclasses qui opposent les classes de 2^{nde} A et de 2^{nde} C du Collège Moderne de Tiédio, l'arbitre accorde un coup franc à la 2^{nde} C. Avant le tir, le joueur pose son pied sur le ballon et constate que celui-ci se déforme légèrement. Il exécute le coup franc en donnant un coup de pied au ballon qui va par la suite heurter un joueur de la 2^{nde} A avant de se loger dans les filets. Les élèves veulent connaître l'auteur du but. Pour cela, ils décident d'identifier les actions mécaniques qui se sont exercées sur le ballon à partir de leurs effets, de définir et de modéliser une action mécanique.

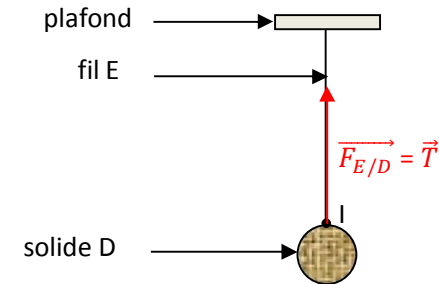
<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Billes d'acier. - Aimant. - Objets flottants etc... - Dynamomètres. - Ressorts. - Fils. - Masses marquées. - Poulies. - Crochets etc... - Potences et règles graduées. - Masses marquées. - Récipient. - Corps à immerger.	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Schémas - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 ^{nde} C Collection EURIN GIE 2 ^{nde} C

PLAN DE LA LECON

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	ACTIONS MECANQUES OU FORCES
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p>1. Effets d'une action mécanique</p> <p>1.1 Effet dynamique</p> <p>1.1.1 Exemple</p> <p>Au cours d'un match de football entre deux équipes A et B, un joueur de l'équipe A tire un coup franc. Le gardien de but de l'équipe B, peut soit arrêter la balle ou soit la dévier.</p> <p>L'action mécanique du pied du joueur de l'équipe A sur la balle, la met en mouvement. L'action mécanique exercée par le gardien de l'équipe B pour arrêter ou dévier la balle, modifie ce mouvement.</p> <p>1.1.2 Conclusion</p> <p>Une action mécanique exercée sur un corps est capable de le mettre en mouvement ou modifier son mouvement: il s'agit de l'effet dynamique.</p> <p>1.2 Effet statique</p> <p>1.2.1 Exemple</p> <p>Un objet est accroché à un ressort. L'action mécanique exercée par l'objet sur le ressort le déforme. L'action mécanique exercée par ressort sur l'objet, le</p>

			<p>maintient en équilibre.</p> <p>1.2.2 Conclusion Une action mécanique exercée sur un corps est capable de le déformer ou le maintenir en équilibre: il s'agit de l'effet statique.</p> <p>2. Notion de force 2.1 Définition On appelle force, toute action mécanique capable de mettre en mouvement un corps, de modifier le mouvement d'un corps, de déformer un corps et de maintenir en équilibre un corps.</p> <p>2.2 Vecteur force Une force est modélisée par un vecteur appelé vecteur-force. La force exercée par un corps A sur un corps B est représentée par un vecteur noté $\vec{F}_{A/B}$ ou $\vec{F}_{A \rightarrow B}$ ou \vec{F}.</p> <p>2.3 Caractéristiques d'une force Les caractéristiques d'une force sont : - point d'application : point où s'applique la force ; - direction : droite d'action ou support de la force ; - sens : celui du mouvement (que la force tend à produire) ; - intensité : valeur de la force donnée par un dynamomètre et qui s'exprime en Newton (N).</p> <p>2.4 Catégories de forces Il existe deux catégories de forces.</p> <p>2.4.1 Forces de contact Pour les forces de contact, l'acteur et le receveur de l'action mécanique sont en contact. Elles sont localisées ou réparties en surface. Exemple : La tension d'un fil ; la réaction d'un support ; la poussée d'Archimède.</p> <p>2.4.2 Forces à distance L'acteur et le receveur de l'action mécanique ne sont pas en contact. Elles sont réparties en volume. Exemple : le poids d'un solide, forces magnétiques, forces électrostatiques.</p> <p>3. Quelques exemples de forces 3.1 Force de contact localisée : la tension d'un fil On accroche un solide D suspendu à un plafond par l'intermédiaire d'un fil E au point d'attache I comme l'indique la figure ci-dessous.</p>
--	--	--	--

La force exercée par le fil E sur le solide D notée $\vec{F}_{E/D}$ est la **tension du fil \vec{T}** .

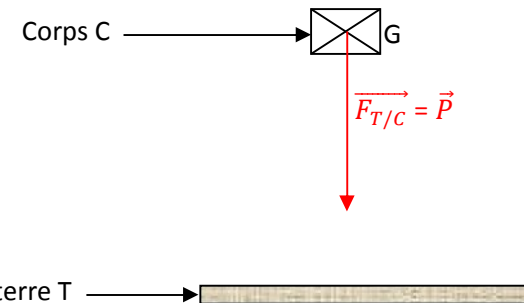


Les caractéristiques de \vec{T} sont :

- **point d'application** : le point d'attache I.
- **direction** : celle du fil.
- **sens** : orienté du solide D vers le fil F.
- **intensité** : celle de l'intensité du **poids \vec{P}** du solide D $\Rightarrow T=P$.

3.2 Force répartie en volume s'exerçant à distance : le poids d'un corps

La force d'attraction exercée par la terre T sur un corps C notée $\vec{F}_{T/C}$ est le **poids \vec{P}** de ce corps.



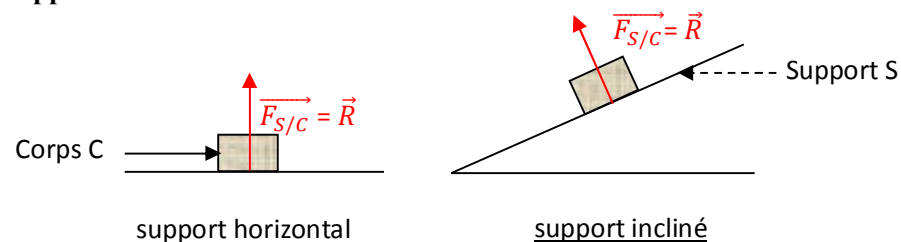
Les caractéristiques de \vec{P} sont :

- **point d'application** : le centre de gravité G du corps.
- **direction** : la verticale du lieu.
- **sens** : du haut vers le bas.
- **intensité** : $P = m \times g$ avec $\begin{cases} m : \text{masse du corps (kg)} \\ g : \text{intensité de pesanteur (N/ kg)} \\ P : \text{poids du corps (N)} \end{cases}$

3.3 Force de contact répartie en surface : la réaction d'un support

On pose un corps C sur un support S.

La force exercée par ce support S sur le corps C notée $\vec{F}_{S/C}$ est la **réaction \vec{R}** du support.

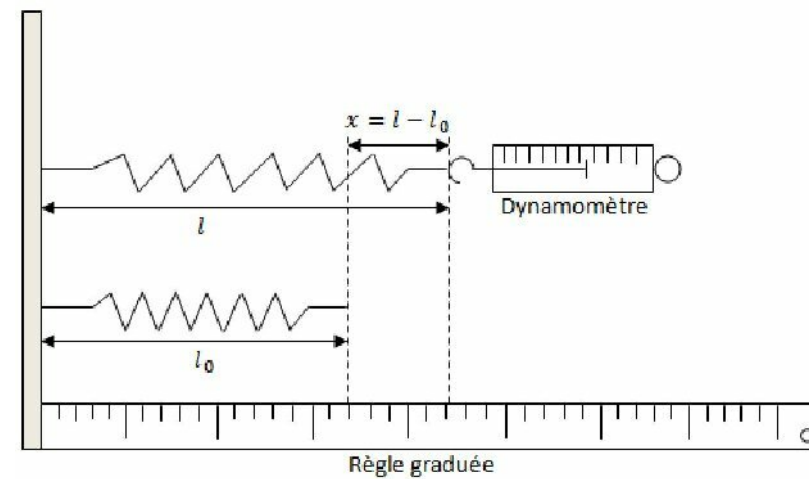


Les caractéristiques de \vec{R} sont :

- **point d'application** : le milieu de la surface de contact.
- **direction** : perpendiculaire au plan du support.
- **sens** : du support vers le solide.
- **intensité** : R en Newton (N).

4. Etude de l'allongement d'un ressort

4.1 Dispositif expérimental



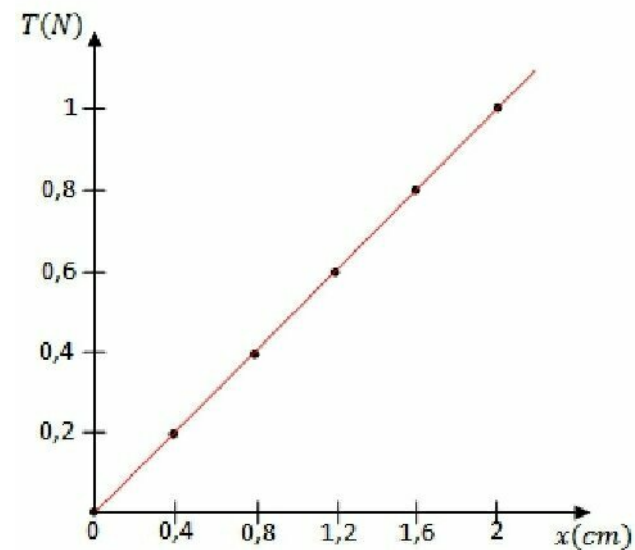
4.2 Tableau de mesures

La mesure de **longueur à vide du ressort** l_0 avec la règle donne: $l_0 = 20\text{ cm}$
 Pour les différentes valeurs de la **tension T** mesurées à l'aide du dynamomètre, on mesure la **longueur du ressort l** à l'aide de la règle. Puis on calcule l'**allongement x** pour chaque valeur de T.

$T(N)$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$l(cm)$	20	20,4	20,8	21,2	21,6	22
$x = l - l_0(cm)$	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2

4.3 Représentation graphique de $T = f(x)$

Echelle : $\left\{ \begin{array}{l} 1\text{ cm} \longrightarrow 0,1\text{ N} \\ 1\text{ cm} \longrightarrow 0,2\text{ cm} \end{array} \right.$



4.4 Relation entre la tension T et l'allongement x du ressort

La courbe $T = f(x)$ est une **droite** qui passe par l'**origine**. L'équation de cette droite est de la forme : $T = a x$ où a est la pente de la droite.

Calculons k

$$a = \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$a = \frac{T_2 - T_1}{x_2 - x_1}$$

$$\underline{\text{AN}} : a = \frac{0,4 - 0,2}{(0,8 - 0,4) \cdot 10^{-2}}$$

$$a = 50 \text{ N.m}^{-1}$$

La pente a est appelée **constante de raideur (constante d'élasticité)** du ressort et se note k .

On a donc la relation : $T = k x$ ou $T = k (l - l_0)$ avec $\begin{cases} T \text{ en } N \\ k \text{ en } N.m^{-1} \\ x \text{ en } m \end{cases}$

Activité d'application

1. Un ressort a une longueur à vide $l_0 = 15 \text{ cm}$. Une de ses extrémités est fixe. On applique sur l'autre extrémité, une force \vec{F} d'intensité $F = 4,5 \text{ N}$ et le ressort prend une longueur $l = 18 \text{ cm}$. Calcule la constante de raideur k de ce ressort.
2. On applique à une des extrémités du ressort précédent une autre force \vec{F}' d'intensité $F' = 5 \text{ N}$. Calcule la nouvelle longueur l de ce ressort.

Réponse

1. Constante de raideur k

$$F = k (l - l_0) \Rightarrow k = \frac{F}{l - l_0}$$

$$\underline{\text{AN}} : k = \frac{4,5}{(18 - 15) \cdot 10^{-2}}$$

$$k = 150 \text{ N.m}^{-1}$$

2. Nouvelle longueur l du ressort

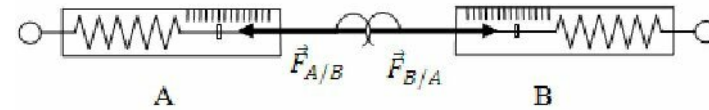
$$F' = k (l - l_0) \Rightarrow l = \frac{F'}{k} + l_0$$

$$\underline{\text{AN}} : l = \frac{5}{150} + 0,15 \text{ m} \quad \text{avec } l_0 = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}.$$

$$l = 0,183 \text{ m soit } l = 18,3 \text{ cm}$$

5. Principe des interactions

5.1 Mise en évidence



On accroche deux dynamomètres A et B l'un à l'autre et l'ensemble est maintenu sous tension. Le dynamomètre A provoque l'allongement du ressort du dynamomètre B et exerce une force $\vec{F}_{A/B}$ sur B. De même B exerce une force $\vec{F}_{B/A}$ sur A.

5.2 Caractéristiques des forces

Les deux forces ont :

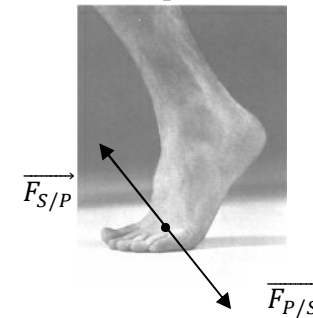
- la même droite d'action.
- des sens opposés.
- ont la même intensité : $F_{A/B} = F_{B/A}$

5.3 Enoncé du principe des interactions

Lorsque deux corps A et B sont en interaction, le corps A exerce une force $\vec{F}_{A/B}$ sur le corps B et le corps B exerce une force $\vec{F}_{B/A}$ sur le corps A telle que :

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

5.4 Application : la marche à pied



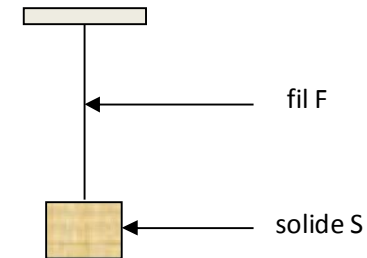
En marchant, la plante du pied P exerce sur le sol S une force $\vec{F}_{P/S}$. D'après le principe des interactions, S exerce sur P une force $\vec{F}_{S/P}$ qui permet au marcheur d'avancer et de le propulser vers l'avant.

Autres exemples d'applications :

- Propulsion d'une fusée par réaction ;
- Rebond d'une balle à la suite d'un choc ;
- Recul d'une arme à feu à la suite d'un tir etc...

6. Système mécanique

6.1 Identification d'un système



On peut choisir d'étudier soit:

- le solide S donc S est le système.
- le fil F donc F est le système.
- l'ensemble { fil + solide } donc l'ensemble est le système.

6.2 Définition

Un **système** est un **corps** ou un **ensemble de corps** que l'on désire étudier.

6.3 Forces agissant sur un système

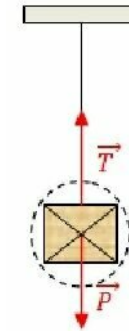
6.3.1 Forces intérieures et forces extérieures

- Toutes les forces d'interaction entre les différentes parties d'un système sont appelées **forces intérieures**.
- Les **forces extérieures** sont les forces **exercées par le milieu extérieur** sur le système.

6.3.2 Identification et représentation des forces

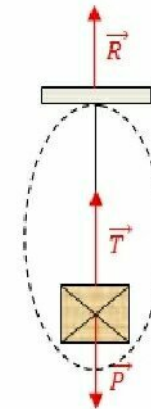
(voir page suivante)

Système : le solide S.



- **forces extérieures** : le poids \vec{P} du solide et la tension \vec{T} du fil.
- **forces intérieures** : néant.

Système : le solide S + le fil



- **forces extérieures** : le poids \vec{P} du solide et la tension \vec{R} du support.
- **forces intérieures** : la tension \vec{T} du fil.

Situation d'évaluation

--	--	--	--	--

Classes: 2nd C

Thème: Mécanique

Titre de la leçon : Equilibre d'un solide soumis à deux, puis à trois forces.

Durée : 7h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Enoncer	les conditions d'équilibre.
Représenter	les forces appliquées à un solide en équilibre soumis à deux forces : - solide sur un plan horizontal ; - solide attaché à un fil.
	les forces s'exerçant sur un solide en équilibre sur un plan incliné.
Définir	les réactions normale et tangentielle.
Appliquer	les conditions d'équilibre d'un solide soumis à deux forces.
Connaître	les conditions d'équilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles.
Représenter	les forces appliquées à un solide en équilibre soumis à trois forces.
Appliquer	les conditions d'équilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles.

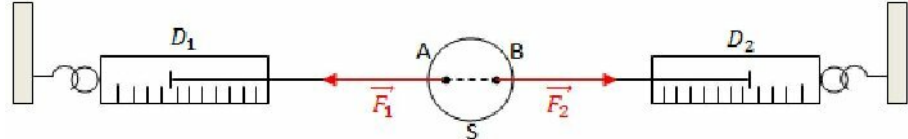
Situation d'apprentissage

Des élèves de la classe de 2nd C du Collège Moderne de Tiédio ont confectionné un tableau qu'ils veulent offrir à leur professeur comme cadeau. Certains proposent que la ficelle qui va permettre d'accrocher le tableau à une pointe fixée dans un mur, soit attachée en point du tableau ; tandis que d'autres proposent qu'elle le soit en deux points. Pour s'accorder, ils décident d'identifier les forces extérieures agissant sur le tableau et de déterminer les conditions d'équilibre du tableau selon qu'il est soumis à deux puis à trois forces.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Dispositif pour l'étude des forces. - Plan incliné. - Solide. - Rapporteur.	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Schémas - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 nd C Collection EURIN GIE 2 nd C

PLAN DE LA LECON

<div></div>

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX, PUIS A TROIS FORCES
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p>1. <u>Condition d'équilibre d'un solide soumis à deux forces</u></p> <p>1.1 <u>Expérience</u></p>  <p>Soit un solide S (morceau de polystyrène), de poids négligeable devant les autres forces, soumis à l'action de deux fils reliés chacun par un dynamomètre.</p>

1.2 Résultats

En équilibre, les forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 exercées par les fils respectivement en A et B ont :

- même support ;
- des sens opposés ;
- une même intensité.

Les deux forces étant de sens opposés et ayant même intensité $\Rightarrow \vec{F}_1 = - \vec{F}_2$.

Donc $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$.

1.3 Conclusion

Lorsqu'un solide soumis à l'action de deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 est en **équilibre** :

- \vec{F}_1 et \vec{F}_2 ont la **même droite d'action**.
- $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$

2. Exemples de solides en équilibre soumis à deux forces.

2.1 Solide sur un plan horizontal

Considérons un solide S de masse $m = 200$ g posé sur un plan horizontal. On donne $g = 10$ N/kg.

2.1.1 Bilan des forces

Système : le solide S

Bilan des forces : - le poids \vec{P} du solide.

- la réaction \vec{R} du support.

2.1.2 Caractéristiques des forces

A l'équilibre on a : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0} \Rightarrow P = R$

- Caractéristiques de \vec{P}

Point d'application : le centre de gravité G

Direction : la verticale du lieu.

Sens : du haut vers le bas.

Intensité : $P = m \cdot g \Rightarrow P = 0,2 \times 10 \Rightarrow P = 2$ N.

- Caractéristiques de \vec{R}

Point d'application : le point de contact A.

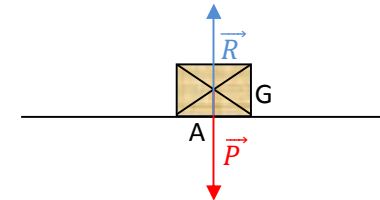
Direction : la verticale du lieu.

Sens : du bas vers le haut.

Intensité : $R = P \Rightarrow R = 2$ N

2.1.3 Représentation des forces

La représentation des forces \vec{P} et \vec{R} suivant l'échelle : 1cm \longrightarrow 1N donne une longueur de 2 cm pour chacune des forces sur le schéma suivant :



2.2 Solide attaché à un fil

On considère un solide S de masse $m = 150$ g attaché à un fil suspendu à un plafond.

2.2.1 Bilan des forces

Système : le solide S

Bilan des forces : - le poids \vec{P} du solide.
 - la tension \vec{T} du fil.

2.2.2 Caractéristiques des forces

S est en équilibre et est soumis à deux forces \vec{P} et $\vec{T} \Rightarrow P = T$.

- Caractéristiques de \vec{P}

Point d'application : le centre de gravité G

Direction : la verticale du lieu.

Sens : du haut vers le bas.

Intensité : $P = m \cdot g \Rightarrow P = 0,15 \times 10 \Rightarrow P = 1,5$ N.

- Caractéristiques de \vec{T}

Point d'application : le point d'attache B.

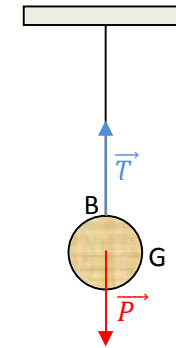
Direction : la verticale du lieu.

Sens : du bas vers le haut.

Intensité : $T = P \Rightarrow T = 1,5$ N

2.2.3 Représentation des forces

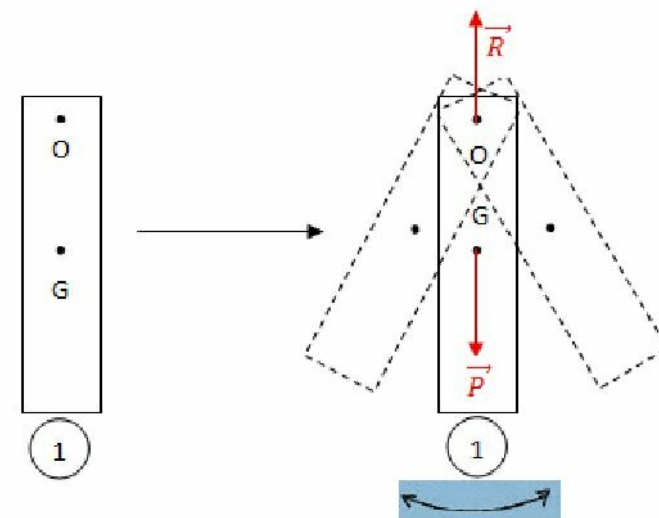
La représentation des forces \vec{P} et \vec{T} suivant l'échelle : 1cm \longrightarrow 1,5 N donne une longueur de 1 cm pour chacune des forces sur le schéma suivant :



2.3 Equilibre stable et équilibre instable

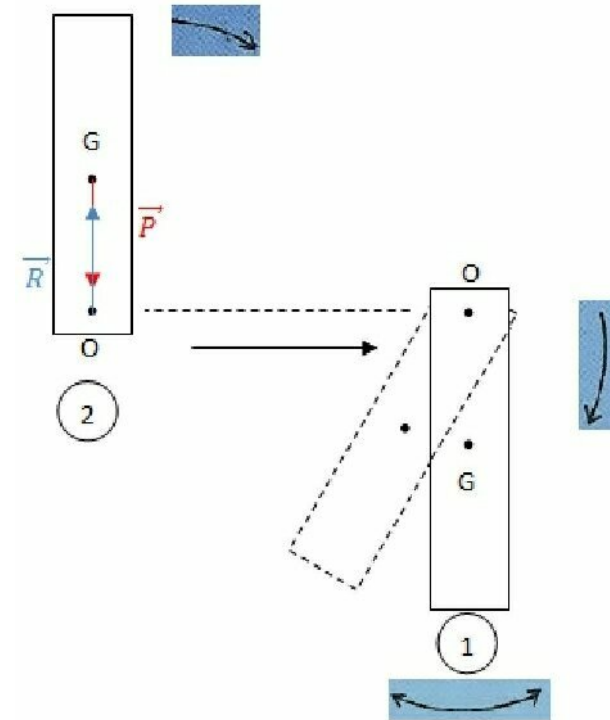
2.3.1 Equilibre stable

Soit une règle plate, percée d'un trou O à une de ses extrémités, accrochée à un support. Ecartée de sa **position d'équilibre** (position 1), elle oscille et y revient : on dit que l'**équilibre** est **stable**.



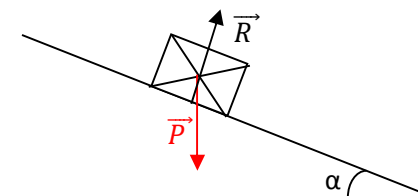
2.3.2 Equilibre instable

Soit la même règle plate en équilibre avec le trou O sous le centre de gravité G (position 2). Ecartée de cette position, elle s'en éloigne, effectue un demi-tour et après quelques oscillations, occupe la position d'équilibre stable (position 1). L'**équilibre** de la position 2 est dit **instable**.



3. Etude de l'équilibre d'un solide sur un plan incliné

3.1 Plan incliné lisse



Système : le solide

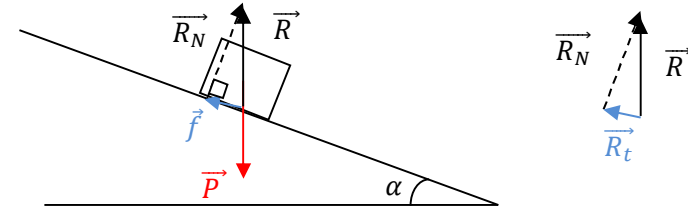
Bilan des forces : - le poids \vec{P} du solide.

- la réaction \vec{R} du support incliné.

La surface de contact du plan incliné étant lisse, il n'y a pas de force de frottement \Rightarrow la réaction est normale au plan.

Les forces \vec{P} et \vec{R} n'ont pas la même droite d'action. L'équilibre est impossible : le solide glisse ($\vec{P} + \vec{R} \neq \vec{0}$).

3.2 Plan incliné rugueux



Système : le solide

Bilan des forces : - le poids \vec{P} du solide.

- la réaction \vec{R} du support incliné.

La réaction n'est plus normale au plan : on dit qu'il existe des **forces de frottements**.

\vec{P} et \vec{R} ont la **même droite d'action** et $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0} \Rightarrow$ le solide est en équilibre.

La réaction \vec{R} du support a deux composantes : la **réaction normale** \vec{R}_N et la **réaction tangentielle** \vec{R}_t ($\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{R}_t$).

3.2.1 Réaction normale

La **réaction normale** est la composante de la réaction \vec{R} qui est perpendiculaire (normale) au plan incliné.

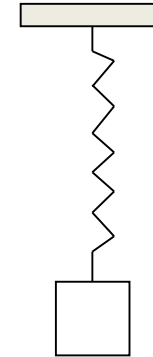
3.2.2 Réaction tangentielle

La projection orthogonale de la réaction \vec{R} sur le plan incliné est la **réaction tangentielle**. Elle représente la **force de frottement** et est notée \vec{f} .

Activité d'application

Un solide de masse $m = 500\text{g}$ est accroché au bout d'un ressort de raideur $k = 100\text{ N/m}$ comme l'indique la figure. On prendra $g = 10\text{ N/kg}$

1. Donne l'inventaire des forces appliquées au solide puis représente-les.
2. Ecris la condition d'équilibre.
3. Exprime l'allongement Δl du ressort en fonction de m , k et g .
4. Calcule la valeur de l'allongement Δl du ressort.



Résolution

1. Inventaire des forces appliquées

Système : le solide

Bilan des forces : - le poids \vec{P} du solide.

- La tension \vec{T} du ressort.

2. Condition d'équilibre

A l'équilibre : $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$

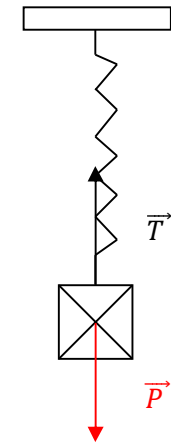
3. Expression de Δl

$$P = T \Rightarrow mg = k \Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{mg}{k}$$

4. Valeur de Δl

$$\underline{\text{AN}} : \Delta l = \frac{0,5 \times 10}{100}$$

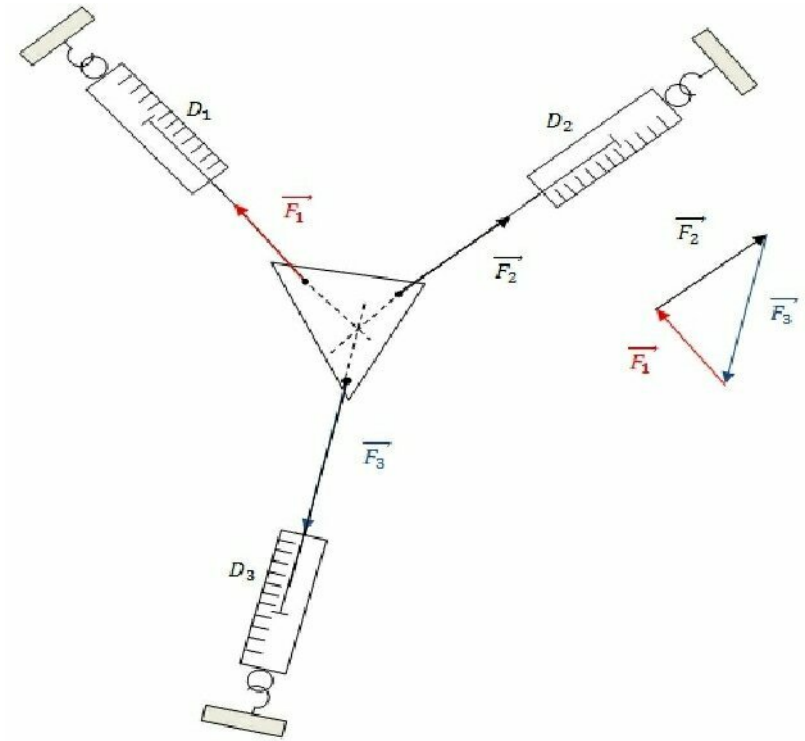
$$\Delta l = 0,05 \text{ soit } \underline{\Delta l = 5 \text{ cm}}$$



4. Condition d'équilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles

4.1 Expérience

Soit un solide S de masse négligeable, maintenu en équilibre par l'action simultanée de 3 fils tendus liés à des dynamomètres.



4.2 Résultats

En équilibre :

- les trois forces sont **coplanaires** et leurs droites d'action sont **concurrentes**,
- la somme vectorielle des trois forces est égale au vecteur nul : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$

4.3 Conclusion

Lorsqu'un solide est soumis à l'action de trois forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 non parallèles, est en **équilibre** :

- les forces sont **coplanaires**,
- leurs droites d'actions sont **concurrentes**,
- la somme vectorielle des forces est égale au vecteur nul : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$.

--	--	--	--	--

Classes: 2nd C

Thème: Mécanique

Titre de la leçon : Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

Durée : 5h

Tableau des habiletés et contenus

<u>Habiletés</u>	<u>Contenu</u>
Connaître	<ul style="list-style-type: none"> l'expression du moment d'une force par rapport à un axe fixe. l'unité légale du moment d'une force par rapport à un axe fixe.
Déterminer	le moment d'une force par rapport à un axe fixe.
Connaître	les conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe.
Appliquer	les conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe.

Situation d'apprentissage

Un élève en classe de 2nd C au Collège Moderne de Tiéдио a ramassé des noix d'acajou dans la plantation de son père pendant le week-end. Sur le chemin de retour, il se rend chez un acheteur de produits agricoles qui dispose d'une balance romaine en vue de les vendre. Doutant de la fiabilité de cette balance, il refuse de lui vendre son produit. Le lundi, il relate les faits à ses amis et ensemble avec l'aide du professeur décident de déterminer le moment d'une force, de connaître les conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe et d'utiliser ces relations.

MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL

- Dispositif d'étude classique

SUPPORT DIDACTIQUE

- Schémas
 - Manuels d'élèves

BIBLIOGRAPHIE

Collection AREX 2nd C.
 Eurin gié 2nd C.

PLAN DE LA LECON

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation Quelles actions les élèves veulent mener ?	Les élèves lisent la situation Ils décident : - de déterminer le moment d'une force, de connaître les conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe et d'utiliser ces relations.	<div>1. <u>Effet de rotation d'une force</u></div> <div>1.1 <u>Expérience et observations</u></div>

Dans quel cas la force a un effet de rotation ?

Conclure

3^{ème} cas

Les élèves donnent une conclusion

①

\vec{F}

F coupe (Δ)

Il n'y a pas de rotation

②

\vec{F}

F // (Δ)

③

\vec{F}

F \perp (Δ)

Il y'a rotation

1.2 Conclusion

Une force a un effet de rotation sur un système mobile autour d'un axe fixe si sa droite d'action :

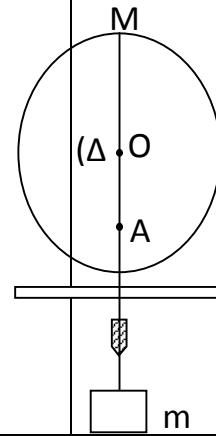
- n'est pas parallèle à l'axe de rotation
- ne coupe pas l'axe de rotation

2. Moment d'une force par rapport à un axe fixe

2.1 Expériences

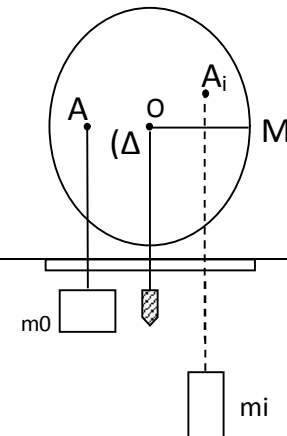
• Dispositif expérimental

Exerçons différentes forces à différentes distances d de l'axe (Δ), par l'intermédiaire de masses marquées, de sortes à ramener le rayon OM à l'horizontale.



$m_0 = 600 \text{ g}$

$OA = d_0 = 15 \text{ cm}$



- **Tableau de mesure**

F (N)	$F_0 = 6$	$F_1 = 4,5$	$F_2 = 6$	$F_3 = 9$
d (m)	$d_0 = 0,15$	$d_1 = 0,20$	$d_2 = 0,15$	$d_3 = 0,10$
$F \times d$ (N.m)	0,90	0,90	0,90	0,90

- **Exploitation des résultats**

On obtient le même effet de rotation chaque fois que : $F_0 \times d_0 = F_i \times d_i$.

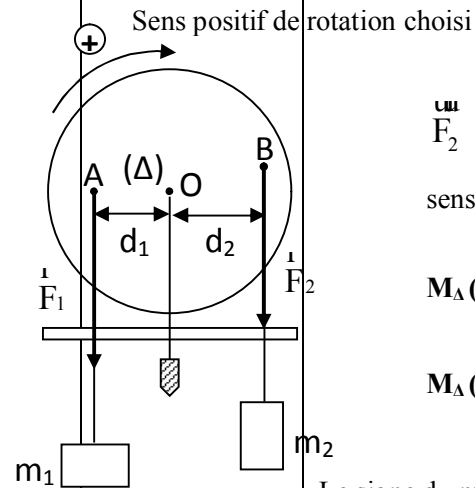
L'effet de rotation dépend donc à la fois de l'intensité **F** de la force exercée et de la distance **d** à l'axe de rotation.

2.2 Définition du moment d'une force

Le moment $M_A(\vec{F})$ par rapport à un axe fixe (Δ) d'une force \vec{F} orthogonale à cet axe est égal au produit de l'intensité **F** de la force par la longueur **d** du bras de levier :

$$\begin{array}{c}
 \text{(N.m)} \longleftarrow \boxed{M_A(\vec{F}) = F \times d} \longrightarrow \text{(m)} \\
 \downarrow \\
 \text{(N)}
 \end{array}$$

2.3 Le moment: grandeur algébrique



\vec{F}_2 tend à faire tourner le disque dans le sens positif **choisi** et \vec{F}_1 dans le sens contraire. On pose que:

$$M_A(\vec{F}_2) > 0 \text{ et égal à } M_A(\vec{F}_2) = F_2 \cdot d_2 ;$$

$$M_A(\vec{F}_1) < 0 \text{ et égal à } M_A(\vec{F}_1) = - F_1 \cdot d_1 .$$

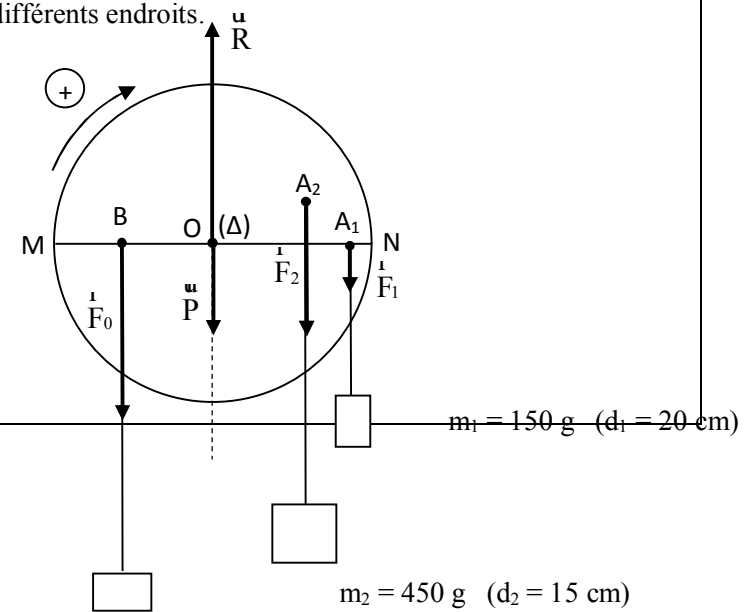
Le signe du moment dépend du sens positif choisi. Le moment est donc une grandeur algébrique. Donc $M_A(F) = F \cdot d$

3. Conditions d'équilibre d'un système mobile autour d'un axe fixe

3.1 Théorème des moments

3.1.1 Expérience

Maintenons en équilibre un disque capable de tourner autour d'un axe fixe (Δ) en exerçant des forces à différents endroits.



3.1.2 Résultats

F (N)	$F_0 = 6 \text{ N}$	$F_1 = 1,5 \text{ N}$	$F_2 = 4,5 \text{ N}$	$P = 2 \text{ N}$	$R = 14 \text{ N}$
d (m)	$d_0 = 0,15$	$d_1 = 0,20$	$d_2 = 0,15$	$d' = 0$	$d'' = 0$
M_A (N.m)	- 0,90	+ 0,30	+ 0,60	0	0

Calculons la somme des différentes forces extérieures appliquées au disque maintenu en équilibre :

$$\begin{aligned}
 \sum M_A(\vec{F}_{\text{ext}}) &= M_A(\vec{F}_0) + M_A(\vec{F}_1) + M_A(\vec{F}_2) + M_A(\vec{P}) + M_A(\vec{R}) \\
 &= -0,9 + 0,3 + 0,6 + 0 + 0 \\
 \sum M_A(\vec{F}_{\text{ext}}) &= 0 \text{ N.m.}
 \end{aligned}$$

On constate que cette somme est nulle.

3.1.3 Enoncé du théorème des moments

Lorsqu'un solide mobile autour d'un axe fixe, est en équilibre, la somme algébrique des moments par rapport à cet axe, de toutes les forces extérieures appliquées à ce solide est nécessairement nulle :

$$\sum M_A(\vec{F}_{\text{ext}}) = 0.$$

4. Conditions générales d'équilibre d'un système

Lorsqu'un solide mobile autour d'un axe fixe (Δ) est en équilibre alors :

- la somme algébrique des moments par rapport à l'axe des forces appliquées est nulle :

$$\sum M_A(\vec{F}_{\text{ext}}) = 0.$$

- la somme vectorielle des forces appliquées est nulle :

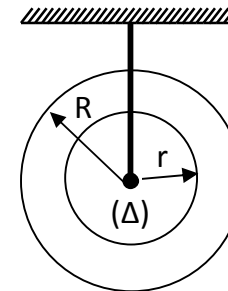
$$\sum (\vec{F}_{\text{ext}}) = \vec{0}.$$

Exercice d'application

Une poulie à deux gorges de rayons $r = 25 \text{ cm}$ et $R = 50 \text{ cm}$, mobile autour d'un axe (Δ) est accrochée à un support comme l'indique la figure ci-contre.

On suspend par un fil s'enroulant sur la petite gorge, un objet de masse $m_1 = 1 \text{ kg}$.

- 1- Calculer la masse m_2 de l'objet qu'il faut accrocher au fil qui s'enroule sur la grande gorge pour rétablir l'équilibre.
- 2- Déterminer les caractéristiques de la réaction \vec{R} de l'axe de rotation (Δ) sur la poulie.



Résolution

1-

- Système étudié : la poulie à deux gorges
- Référentiel d'étude : le référentiel terrestre
- Bilan des forces appliquées :

- La force \vec{F}_1 appliquée par la masse m_1
- La force \vec{F}_2 appliquée par la masse m_2
- La réaction \vec{R} de l'axe de rotation (Δ).
- Conditions d'équilibre :

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{R} = \vec{0}$$

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_1) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_2) = 0$$

Exploitation des conditions d'équilibre :

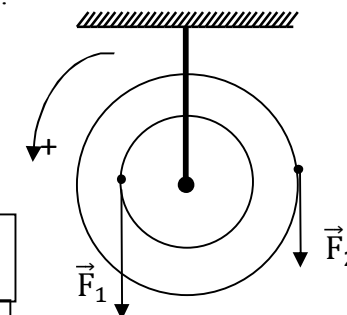
$$F_1 \cdot r - F_2 \cdot R = 0$$

$$m_1 \cdot g \cdot r - m_2 \cdot g \cdot R = 0 \quad \text{soit}$$

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot r}{R}$$

A.N : $m_2 = \frac{1.25}{50}$ ce qui donne

$$m_2 = 0,5 \text{ kg}$$



2- Détermination des caractéristiques de la réaction

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{R} = \vec{0}$$

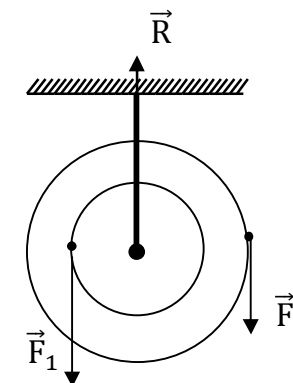
$$\vec{R} = -(\vec{F}_1 + \vec{F}_2)$$

A.N :

$$R = 1.10 + 0,5.10 = 15 \text{ N}$$

Les caractéristiques de \vec{R} sont :

- Direction : verticale
- Sens : orienté vers le haut
- Point d'application : contact entre la poulie et l'axe (Δ)
- Intensité : 15 N



Classes: 2nd C
Thème: Mécanique
Titre de la leçon : Principe de l'inertie
Durée : 4h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Définir	<ul style="list-style-type: none"> un système isolé. un système pseudo-isolé.
Déterminer	le centre d'inertie de quelques solides homogènes.
Connaître	la relation barycentrique.
Déterminer	le centre d'inertie d'un système de deux solides.
Déterminer	la nature du mouvement du centre d'inertie d'un système isolé ou pseudo isolé.
Enoncer	le principe de l'inertie.
Appliquer	le principe de l'inertie.

Situation d'apprentissage

Appia, élève en classe de 2nd C au Collège Moderne de Tiédio participe à une course de vélo. Au dernier virage avant l'arrivée, il dérape et tombe. Le secouriste de son équipe l'approche pour apprécier ses blessures. L'élève lui signifie qu'il avait pris toutes les dispositions pour aborder le virage et gagner la course. Le secouriste lui dit qu'il est tombé car la position du centre d'inertie du système (vélo-cycliste) a été modifiée. N'ayant pas compris les propos du secouriste, Appia rend compte le lendemain à l'école de sa mésaventure à ses camarades de classe. Ensemble, ils décident de déterminer le centre d'inertie d'un système, la nature de son mouvement et d'appliquer le principe d'inertie.

MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL

- Enregistrement sur aérotable N°11
- Papier calque

SUPPORT DIDACTIQUE

- Schémas
- Manuels d'élèves

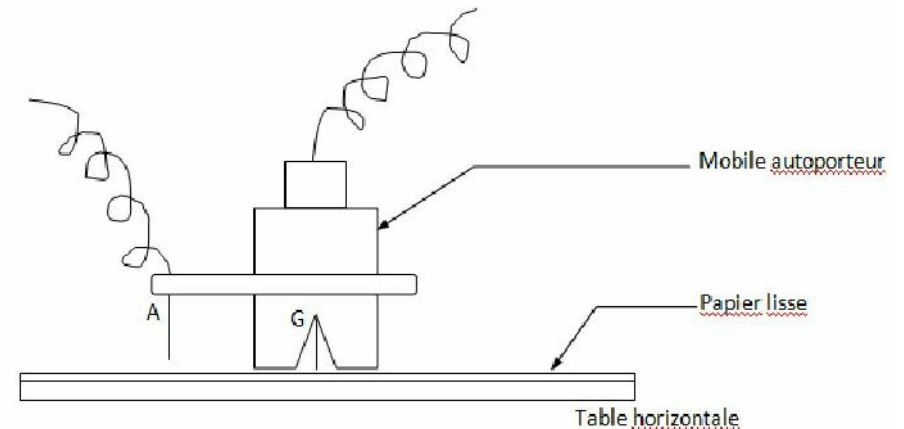
BIBLIOGRAPHIE

Collection AREX 2nd C

PLAN DE LA LECON

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	LE PRINCIPE DE L'INERTIE
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p align="center">1. Définitions</p> <p align="center">1.1 Système isolé</p> <p>Un système est dit isolé lorsqu'il n'est soumis à aucune force.</p> <p>Remarque : Cette condition est irréalisable car le poids existe toujours.</p> <p align="center">1.2 Système pseudo-isolé</p> <p>Un système est dit pseudo-isolé si les forces qui s'exercent sur lui se compensent à chaque instant : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$.</p> <p>Exemple : Le mobile autoporteur sur une table horizontale.</p> <p align="center">2. Mouvement du centre d'inertie d'un système isolé ou pseudo-isolé</p> <p align="center">2.1 Expérience</p>

Lançons un mobile autoporteur sur une table horizontale, en le faisant tourner. On enregistre à intervalle de temps réguliers, les mouvements de deux ses points A et G (G est le centre d'inertie et A est à la périphérie).



2.2 Exploitation des résultats

(fiche de TP à coller)

La réaction du support compense le poids du mobile. Le mobile est alors un système pseudo-isolé.

Le point G a un mouvement rectiligne uniforme.

Le point A a un mouvement curviligne.

2.3 Conclusion

L'**unique point G**, d'un système pseudo-isolé, animé d'un mouvement rectiligne uniforme est appelé **centre d'inertie** du solide pseudo-isolé.

2.4 Mouvement d'ensemble et mouvement propre d'un solide

- Le mouvement du centre d'inertie G du solide est le **mouvement d'ensemble du solide**.

Dans le cas d'un système isolé ou pseudo-isolé, le mouvement d'ensemble est rectiligne uniforme.

- Le mouvement d'un point quelconque A du solide autour du centre d'inertie G est le **mouvement propre du solide**.

3. Principe de l'inertie

Énoncé : Dans un référentiel galiléen, le centre d'inertie d'un système isolé ou

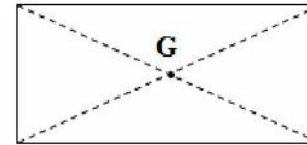
pseudo-isolé :

- reste au repos s'il est initialement au repos ;
- a un mouvement rectiligne uniforme s'il est en mouvement.

4. Mise en évidence du centre d'inertie

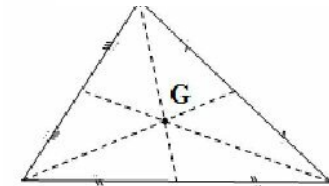
4.1 Centre d'inertie de quelques solides homogènes

1) Carré ou rectangle



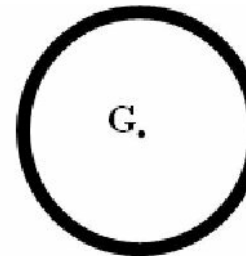
Point de concours des diagonales

2) Triangle



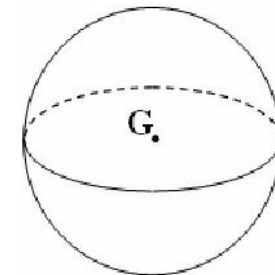
Point de concours des médianes

3) Le cerceau ou cercle



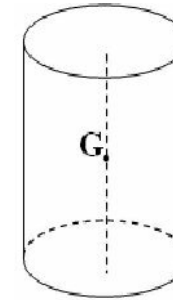
Centre du cerceau ou du cercle

5) Sphère



Centre de la sphère

6) Cylindre



Milieu de la hauteur

Remarque : Le centre d'inertie d'un solide n'est pas obligatoirement un point de ce solide.

4.2 Centre d'inertie d'un système de deux solides homogènes

Soient deux solides (S_1) et (S_2) de masses respectives m_1 et m_2 et de centre d'inertie G_1 et G_2 . Le centre d'inertie G de l'ensemble $\{S_1 + S_2\}$ appartient au segment $[G_1G_2]$ et vérifie la **relation barycentrique** :

$$\boxed{m_1 \overrightarrow{GG_1} + m_2 \overrightarrow{GG_2} = \vec{0}} \quad (1)$$

Si on considère un point O de l'espace, on peut écrire :

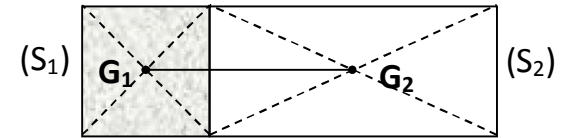
$$\begin{aligned} m_1 (\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OG_1}) + m_2 (\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OG_2}) &= \vec{0} \\ m_1 \overrightarrow{GO} + m_1 \overrightarrow{OG_1} + m_2 \overrightarrow{GO} + m_2 \overrightarrow{OG_2} &= \vec{0} \\ m_1 \overrightarrow{OG_1} + m_2 \overrightarrow{OG_2} &= (m_1 + m_2) \overrightarrow{OG} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \boxed{\overrightarrow{OG} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \overrightarrow{OG_1} + \frac{m_2}{m_1 + m_2} \overrightarrow{OG_2}} \quad (2)$$

Les relations (1) et (2) sont des **relations barycentriques**.

Application :

Soit le système (S) ci-dessous obtenu par la juxtaposition de deux solides (S_1) et (S_2) accolés. Déterminons la position du centre d'inertie G de (S).



Si on remplace dans la relation (2) le point O par G_1 :

$$\overrightarrow{G_1 G} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \overrightarrow{G_1 G_2} \quad \text{car} \quad \overrightarrow{OG_1} = \vec{0}$$

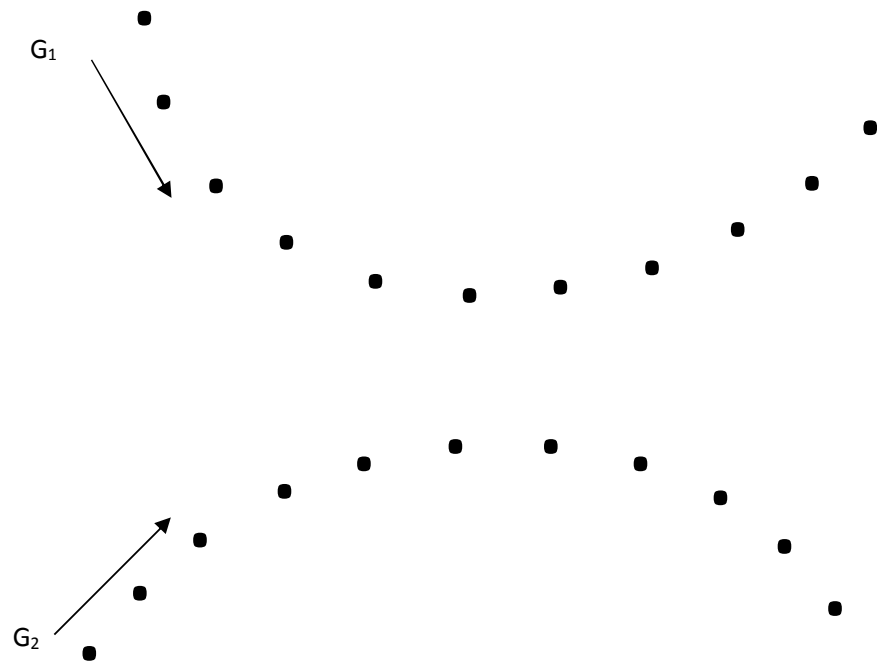
$$\Rightarrow G \in [G_1 G_2]$$

Si $m_2 = 3 m_1$ alors $\overrightarrow{G_1 G} = \frac{3}{4} \overrightarrow{G_1 G_2}$

Activité d'intégration

Des élèves de la classe de 2nd C du Collège Moderne de Tiédio disposent de l'enregistrement ci-dessous reproduit à l'échelle $\frac{1}{3}$ de deux mobiles autoporteurs indépendants. Ils ont pour masses $m_1 = 200$ g et $m_2 = 600$ g et pour centres d'inertie respectifs G_1 et G_2 dont les positions ont été marquées toutes les $\tau = 40$ ms. Les deux mobiles se rencontrent puis se séparent après un choc. Il t'est demandé de les aider à déterminer la nature du mouvement du centre d'inertie G du système constitué par les deux mobiles.

1. Détermine la trajectoire du centre d'inertie G du système constitué par les deux mobiles.
2. Calcule la vitesse V_G du point G puis représente son vecteur vitesse \vec{V}_G .
3. Enonce le principe d'inertie puis dire de quel système il s'agit.



Solution

1. Déterminons la trajectoire du centre d'inertie G du système constitué des deux palets

Soit G le centre d'inertie du système $G_1(m_1)$ et $G_2(m_2)$

$$\overrightarrow{G_1 G} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \overrightarrow{G_1 G_2}$$

$$\text{AN: } \overrightarrow{G_1 G} = \frac{600}{200 + 600} \overrightarrow{G_1 G_2} \implies \overrightarrow{G_1 G} = \frac{3}{4} \overrightarrow{G_1 G_2}$$

Pour chaque couple de position de G_1 et de G_2 , on place G au $\frac{3}{4}$ du vecteur $\overrightarrow{G_1 G_2}$

La trajectoire de G est une droite. Les positions successives de G sont équidistantes. Le mouvement de G est donc rectiligne uniforme.

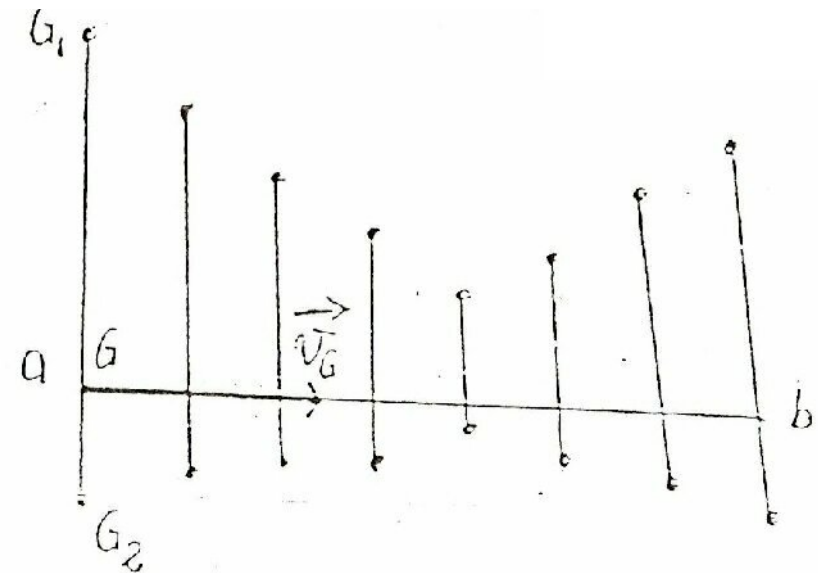
2. Calculons la vitesse du point G et représentons le vecteur vitesse $\overrightarrow{V_G}$
 On peut calculer la vitesse de G en choisissant deux positions quelconques par exemple a et b.

$$V_G = \frac{3ab}{7\tau}$$

$$\underline{\text{AN:}} \quad V_G = \frac{3 \times 6}{7 \times 40 \cdot 10}$$

$$V_G = 64,28 \text{ cm/s} = 0,64 \text{ m/s}$$

3. Le système constitué par l'ensemble des deux palets est pseudo isolé puisque son centre d'inertie a un mouvement rectiligne uniforme (principe de l'inertie).



Classes: 2nd C
Thème: Mécanique
Titre de la leçon : Quantité de mouvement
Durée : 7h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Définir	le vecteur-quantité de mouvement.
Connaître	l'unité de quantité de mouvement.
Déterminer	les caractéristiques du vecteur quantité de mouvement.
Représenter	le vecteur-quantité.
Connaître	la loi de conservation du vecteur-quantité de mouvement.
Appliquer	la conservation du vecteur-quantité de mouvement.

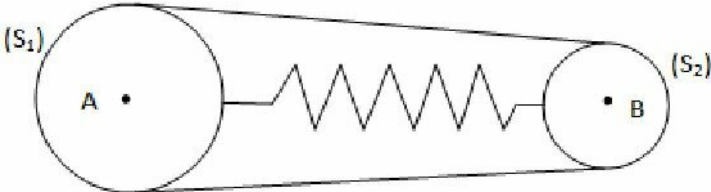
Situation d'apprentissage

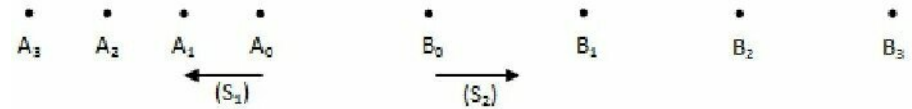
Un élève de la classe de 2nd C du Collège Moderne de Tiéдио assiste à une partie de jeu de billes. Il constate que lorsqu'une petite bille frappe de plein fouet une grosse bille immobile, cette dernière reste immobile ou se déplace faiblement, tandis que la petite bille recule nettement. Il partage ces observations avec ses camarades de classe et ensemble décident de définir le vecteur-quantité de mouvement, de connaître ses caractéristiques et enfin d'appliquer la conservation de ce vecteur.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Table à cousin d'air - Mobiles autoporteurs - Enregistrement n°31 - Enregistrement n°12 à 29	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u>
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 nd C Guide et programmes 2 nd C

PLAN DE LA LECON

- 1. Vecteur quantité de mouvement**
- 2. Conservation du vecteur quantité de mouvement**

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	QUANTITE DE MOUVEMENT
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p>1. Vecteur quantité de mouvement</p> <p>1.1 Expérience</p> <p>Considérons un système constitué par deux mobiles autoporteurs (S_1) de masse $m_1 = 100$ g et (S_2) de masse $m_2 = 50$ g, reliés par deux fils et par un ressort comprimé de masse négligeable.</p>  <p>Initialement, le système est immobile. On brûle les fils, les deux mobiles s'éloignent l'un de l'autre puis on obtient l'enregistrement ci-dessous (document 1) avec les positions de (S_1) et (S_2) à intervalle de temps régulier $\tau = 40$ms.</p>



1.2 Exploitation

Déterminons la vitesse du centre d'inertie :

- du mobile autoporteur (S_1) : $V_1 = \frac{A_0 A_1}{\tau} \Rightarrow V_1 = 0,125 \text{ m.s}^{-1}$

- du mobile autoporteur (S_2) : $V_2 = \frac{B_0 B_1}{\tau} \Rightarrow V_2 = 0,25 \text{ m.s}^{-1}$

Calculons les rapports suivants : $\frac{m_1}{m_2}$ et $\frac{V_2}{V_1}$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{m_1}{m_2} = \frac{100}{50} = 2 \\ \frac{V_2}{V_1} = \frac{0,25}{0,125} = 2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow m_1 V_1 = m_2 V_2 \quad (1)$$

Les vecteurs-vitesse des mobiles ayant la même direction mais de sens opposés, la relation (1) devient :

$$m_1 \vec{V}_1 = - m_2 \vec{V}_2 \Rightarrow m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = \vec{0} \quad (2)$$

$m_1 \vec{V}_1$ représente le vecteur-quantité de mouvement de (S_1).

$m_2 \vec{V}_2$ représente le vecteur-quantité de mouvement de (S_2).

1.3 Définition et caractéristiques du vecteur - quantité de mouvement

1.3.1 Définition

Le vecteur- quantité de mouvement \vec{p} d'un solide est égal au produit de sa masse m par le vecteur vitesse \vec{V}_G de son centre d'inertie.

$$\vec{p} = m \vec{V}_G$$

1.3.2 Caractéristiques du vecteur- quantité de mouvement

- **point d'application** : Le centre d'inertie G du solide.

- **Direction** : celle de la vitesse \vec{V}_G

- **Sens** : celui de la vitesse \vec{V}_G

- **Intensité** :
$$p = m \cdot V_G$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p \text{ en } \text{kg.m.s}^{-1} \\ m \text{ en } \text{kg} \\ V_G \text{ en } \text{m.s}^{-1} \end{array} \right.$$

1.4 Vecteur quantité de mouvement d'un système de deux solides

Le vecteur quantité de mouvement \vec{p} d'un système constitué deux solides (S₁) et (S₂) est égal à la somme des vecteurs quantité de mouvement \vec{p}_1 et \vec{p}_2 des deux solides.

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = (m_1 + m_2)\vec{V}_G = m_1\vec{V}_{G1} + m_2\vec{V}_{G2}$$

Activité d'application

Calcule la quantité de mouvement p :

- d'une balle de 50 g éjectée à une vitesse de 700 m.s⁻¹.
- d'une automobile de 840 kg roulant sur une route horizontale à une vitesse de 130 km.h⁻¹.

Réponse : a. $p = m.v = 0,05 \times 700 = 35 \text{ kg.m.s}^{-1}$ avec $m = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ kg}$.
b. $p = m.v = 840 \times 36,11 = 30332,4 \text{ kg.m.s}^{-1}$ avec $v = 36,11 \text{ m.s}^{-1}$.

2. Conservation du vecteur quantité de mouvement

2.1 Loi de conservation de la quantité de mouvement d'un système isolé ou pseudo-isolé

2.1.1 Exploitation du document 1

- Avant la rupture des fils : $\vec{p}_{a \text{ v a n } t} = \vec{0}$ car le système est immobile.

- Après la rupture des fils : $\overrightarrow{p_{a p r}} + \overrightarrow{p_2} = m_1 \overrightarrow{V_1} + m_2 \overrightarrow{V_2}$

Or d'après la relation (2) on a : $m_1 \overrightarrow{V_1} + m_2 \overrightarrow{V_2} = \vec{0}$ et comme $\overrightarrow{p_{a v a n t}} = \vec{0}$

Donc : $\overrightarrow{p_{a v a n t}} = \overrightarrow{p_{a p r}} + \overrightarrow{p_2}$ (Conservation de la quantité de mouvement)

2.2 Généralisation de la loi de conservation de la quantité de mouvement

2.2.1 Expérience

Sur une table à coussin d'air, on réalise le choc entre deux mobiles autoporteurs (S₁) et (S₂) de masses respectives **m₁** et **m₂** avec **m₁ = 2 m₂**. On obtient l'enregistrement représenté sur le document 2 suivant.

2.2.2 Exploitation du document 2

Repérons les différentes positions du mobile (S₁) (A₀, A₁, A₂,...) et celles du mobile (S₂) (B₀, B₁, B₂,...). Par la relation barycentrique, déterminons pour chaque couple (A, B), la position du centre d'inertie G du système {S₁ + S₂}. On obtient :

$$\overrightarrow{A_l G_l} = \frac{1}{3} \overrightarrow{A_l B_l} \quad \text{car } m_1 = 2 m_2$$

		Avant le choc	Après le choc
Solide (S ₁)	Vitesse (m.s ⁻¹)	V ₁ = 0,2625	V ₁ ' = 0,1875
	Quantité de mouvement (kg.m.s ⁻¹)	p ₁ = m ₁ V ₁ p ₁ = 0,02625	p ₁ ' = m ₁ V ₁ ' p ₁ ' = 0,01875
Solide (S ₂)	Vitesse (m.s ⁻¹)	V ₂ = 0,3	V ₂ ' = 0,25
	Quantité de mouvement (kg.m.s ⁻¹)	p ₂ = m ₂ V ₂ p ₂ = 0,015	p ₂ ' = m ₂ V ₂ ' p ₂ ' = 0,0125

- Représentons les vecteurs- quantités de mouvement $\overrightarrow{p_1}$ et $\overrightarrow{p_2}$ des solides (S₁) et (S₂) avant le choc à la date t₁.

- Représentons ensuite les vecteurs- quantités de mouvement $\overrightarrow{p_1'}$ et $\overrightarrow{p_2'}$ des solides après le choc à la date t₉.

- Construisons les vecteurs- quantité de mouvement $\overrightarrow{p_{a v a n t}}$ et $\overrightarrow{p_{a p r}} + \overrightarrow{p_2}$ du système respectivement aux dates t₁ et t₉ à partir de la somme des quantités de mouvement des deux solides.

Echelle : 1 cm \longrightarrow 0,01 kg.m.s⁻¹

- Avant le choc : $\overrightarrow{p_{a \text{ v a } \bar{n} \bar{t}} p_1} + \overrightarrow{p_2}$

- Après le choc : $\overrightarrow{p_{a \text{ p r } \bar{e} \bar{s}} p'_1} + \overrightarrow{p'_2}$

On constate que : $\overrightarrow{p_{a \text{ v a } \bar{n} \bar{t}} p_{a \text{ p r } \bar{e} \bar{s}}}$ il y'a **conservation du vecteur- quantité de mouvement** du système.

2.2.3 Conclusion

Le vecteur- quantité de mouvement \vec{p} d'un **système isolé** ou **pseudo-isolé** se **conserve** au cours de son mouvement.

$$\overrightarrow{p_{a \text{ v a } \bar{n} \bar{t}} p_{a \text{ p r } \bar{e} \bar{s}}} \text{ ou } \vec{p} = \vec{p}'$$

2.3 Application : Recul d'une arme à feu

Un fusil de masse $m_1 = 1$ kg immobile tire une balle de masse $m_2 = 10$ g. La balle sort du canon avec une vitesse de 500 m.s⁻¹.
Calcule la vitesse de recul du fusil.

Résolution :

Système : { fusil + balle }

Déterminons les quantités de mouvement avant et après le tir.

- Avant le tir :

Le système est immobile, sa vitesse est nulle alors : $\overrightarrow{p_{a \text{ v a } \bar{n} \bar{t}}} \vec{0}$.

- Après le tir :

La balle sort du fusil avec une vitesse \vec{V} et le fusil recule avec une vitesse \vec{V}_r

$$\overrightarrow{p_{a \text{ p r } \bar{e} \bar{s}}} m_1 \vec{V}_r + m_2 \vec{V}$$

Le système est supposé pseudo-isolé, il y'a donc conservation de la quantité de mouvement.

$$\overrightarrow{p_{a \text{ v a } \bar{n} \bar{t}} p_{a \text{ p r } \bar{e} \bar{s}}} \Rightarrow m_1 \vec{V}_r + m_2 \vec{V} = \vec{0} \Rightarrow \vec{V}_r = - \frac{m_2}{m_1} \vec{V}$$

Les deux vitesses sont colinéaires et de sens contraires.

$$V_r = \frac{m_2}{m_1} V$$

$$\underline{\text{A.N}} : V_r = \frac{10. 10^3}{1} \times 500$$

$$V_r = 5 \text{ m.s}^{-1}$$

Situation d'évaluation

Lors d'une séance de TP de physique, un groupe d'élèves de la classe de 2^{nde} C du Collège Moderne de Tiédio observent le choc de deux mobiles sur une table à coussin d'air. Le mobile (A) de masse $m_1 = 50 \text{ g}$, animé d'une vitesse $v_1 = 12 \text{ cm.s}^{-1}$ va heurter un mobile (B) au repos de masse $m_2 = 70 \text{ g}$. Puis, Ils constatent qu'après le choc, les deux mobiles restent accrochés et l'ensemble se déplace avec une vitesse v_2 . Tu es sollicité pour les aider à calculer v_2 .

1. Définis le vecteur-quantité de mouvement \vec{p}_1 du solide (A) avant le choc.
2. Détermine la quantité de mouvement p_1 du mobile (A) avant le choc.
3. Calcule v_2 en appliquant la conservation de la quantité de mouvement.

Solution

1. Le vecteur- quantité de mouvement \vec{p}_1 du solide (A) est égal au produit de sa masse m_1 par le vecteur-vitesse \vec{v}_1 de son centre d'inertie.

$$\vec{p}_1 = m_1 \vec{v}_1$$

2. La quantité de mouvement p_1

$$p_1 = m_1 v_1$$

$$\text{AN : } p_1 = 50.10^{-3} \times 12.10^{-2}$$

$$p_1 = 6.10^{-3} \text{ kg.m.s}^{-1}$$

3. Calcul de v_2

- Avant le choc: $\vec{p}_{a \text{ v a n t}} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$

$$\vec{p}_1 = m_1 \vec{v}_1 \text{ et } \vec{p}_2 = \vec{0} \text{ car } v_2 = 0 \Rightarrow \vec{p} = \vec{p}_1 = m_1 \vec{v}_1$$

- Après le choc : $\vec{p}_{a \text{ p r è s}} = (m_1 + m_2) \vec{v}_2$

Système pseudo-isolé \Rightarrow conservation de la quantité de mouvement :

$$\vec{p}_{a \text{ v a n t}} = \vec{p}_{a \text{ p r è s}} \text{ soit } m_1 \vec{v}_1 = (m_1 + m_2) \vec{v}_2$$

Les vecteurs \vec{v}_1 et \vec{v}_2 vont même direction et même sens d'où on obtient :

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1$$

$$v_2 = \frac{50}{50 + 70} 12 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v_2 = 5.1 \text{ } r^2 m.s^{-1} \text{ soit } 5 c \text{ } r.s^{-1}$$

Classes: 2nd C
Thème: Electricité et électronique
Titre de la leçon : Le courant électrique
Durée : 7h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Connaître	<ul style="list-style-type: none"> la nature du courant électrique dans les métaux. la nature du courant électrique dans les électrolytes. le sens conventionnel du courant électrique. les effets du courant électrique.
Représenter	le sens du courant électrique
Expliquer	la circulation du courant électrique : - dans les métaux - dans les électrolytes

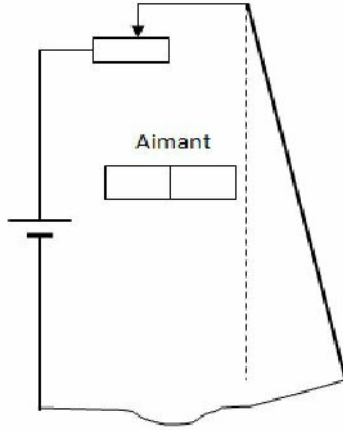
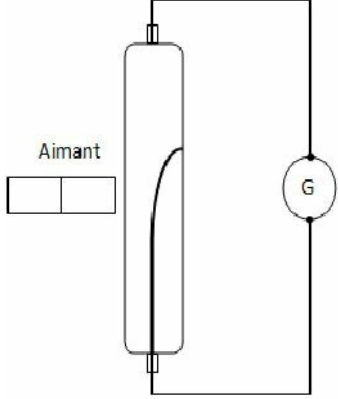
Situation d'apprentissage

Kra, élève en classe de 2nd C au Collège Moderne de Tiédio a appris à travers un documentaire à la télévision que certains bracelets qu'on croit en or sont en fait plaqués en or par électrolyse d'une solution contenant les ions or. Intrigué par cette information et soucieux de comprendre cette opération, il en parle à ses camarades de classe et ensemble, ils cherchent à connaître la nature du courant électrique dans les électrolytes et les métaux, représenter le sens du courant électrique et d'expliquer sa circulation dans les électrolytes et les métaux.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Tube de Crookes. - Générateur approprié aux tubes. - Interrupteur, fils de connexion. - Aimants droit, en u - Multimètres, piles, dipôles (lampes, résistors...). -Dispositif vertical de Laplace, tube en u avec robinet, électrodes, Acide sulfurique dilué. - Solution de $K_2Cr_2O_7$ et de $CuSO_4$. - Alimentation stabilisée (12V-24V)	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Schémas - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 nd Collection GRIA 2 nd

PLAN DE LA LECON

1. Nature du courant électrique dans les métaux
 - 1.1 Expérience et observation
 - 1.2 Interprétation
 - 1.3 Conclusion
 - 1.4 Sens de déplacement des électrons
2. Nature du courant électrique dans les électrolytes
 - 2.1 Expérience et observation
 - 2.2 Interprétation
 - 2.3 Conclusion
 - 2.4 Sens de déplacement des ions
3. Sens conventionnel du courant électrique

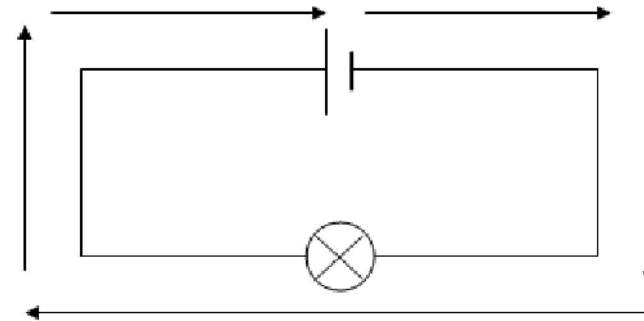
Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	LE COURANT ELECTRIQUE
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p align="center">1. <u>Nature du courant électrique dans les métaux</u></p> <p align="center">1.1 <u>Expériences et observations</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>A l'approche de l'aimant, la tige métallique parcourue par le courant électrique est déviée.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>A l'approche de l'aimant, le faisceau d'électrons est dévié.</p> </div> </div> <p align="center">1.2 <u>Interprétation</u></p> <p>Le faisceau d'électrons et la tige métallique sont déviés dans le même sens. Cela montre que des électrons circulent dans la tige.</p>

1.3 Conclusion

Le courant électrique dans les métaux est dû à un déplacement ordonné des porteurs de charge appelés **électrons**.

1.4 Sens de déplacement des électrons

A l'extérieur du générateur, les électrons se déplacent de la borne négative (-) vers la borne positive (+) du générateur.

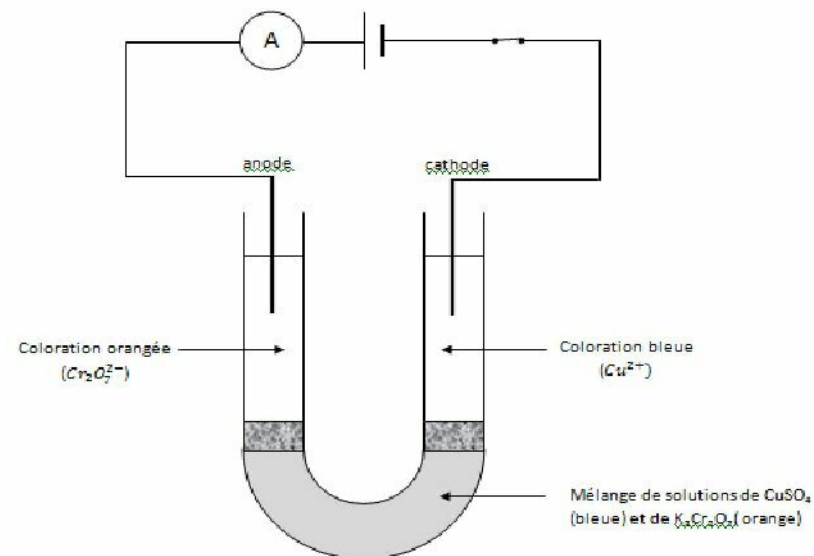


————→ Sens de déplacement des électrons.

2. Nature du courant électriques dans les électrolytes

2.1 Expérience et observation

(voir page suivante)



2.2 Interprétation

- La couleur bleue observée à la cathode traduit la présence des ions cuivre (Cu^{2+}).
- la couleur orangée à l'anode traduit la présence des ions dichromates ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$).

2.3 Conclusion

Le courant électrique dans les électrolytes est dû à la migration des porteurs de charges appelés **ions**.

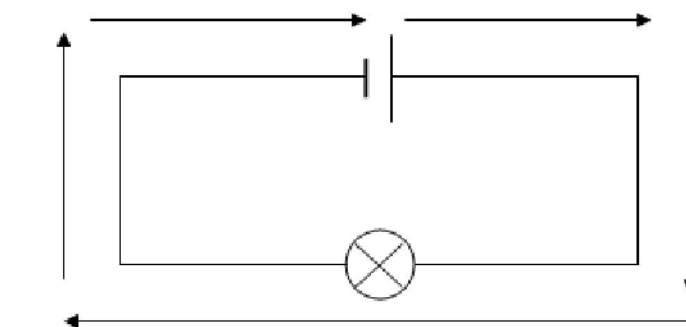
2.4 Sens de déplacement des ions

Les ions positifs appelés **cations** se déplacent vers la **cathode**.

Les ions négatifs appelés **anions** se déplacent vers l'**anode**.

3. Sens conventionnel du courant électrique

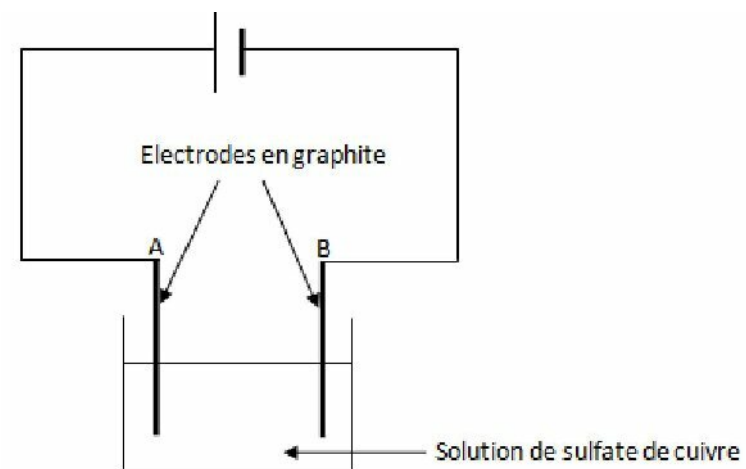
A l'extérieur du générateur, le courant circule de la borne positive (+) vers la borne négative (-) du générateur.



→ Sens conventionnel du courant électrique

Situation d'évaluation

Au cours d'une séance de TP notée, chaque groupe doit réaliser l'électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre en utilisant le montage schématisé ci-dessous :

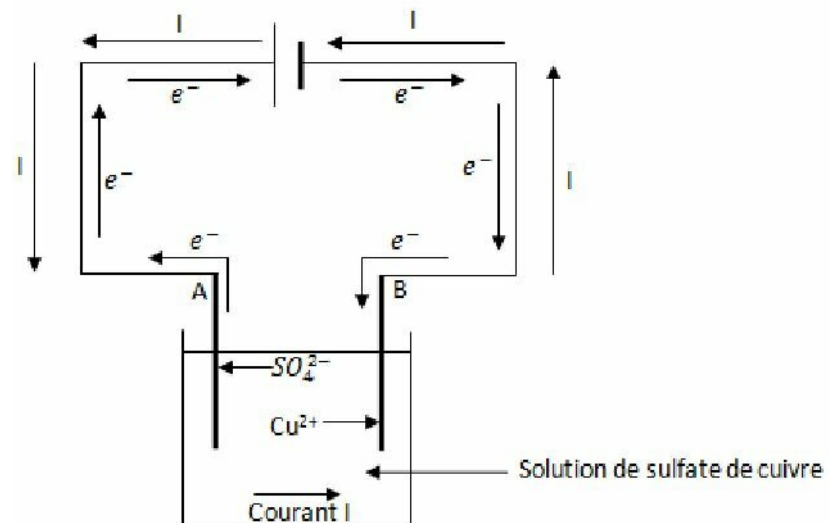


Tu es le rapporteur de ton groupe.

1. Donne le nom des électrodes A et B.
2. Indique sur le schéma
 - 2.1 le sens conventionnel du courant.
 - 2.2 le sens de déplacement des électrons.
 - 2.3 le sens de déplacement des ions.

Réponse

1. A est l'anode et B la cathode.
2. Voir le schéma.



Classes: 2nd C
Thème: Electricité et électronique
Titre de la leçon : Intensité d'un courant continu
Durée : 6h

Tableau des habiletés et contenus

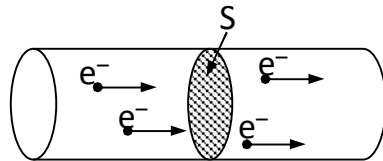
Habiletés	Contenus
Définir	<ul style="list-style-type: none"> la quantité d'électricité. l'intensité du courant électrique.
Connaître	<ul style="list-style-type: none"> l'expression de la quantité d'électricité. l'expression de l'intensité du courant électrique. l'unité de quantité d'électricité
Connaître	les lois du courant continu : - dans un circuit en série ; - dans un circuit avec dérivation.
Appliquer	les lois du courant continu

Situation d'apprentissage

Au cours d'une séance de TP au Collège Moderne de Tiédo, des élèves de la classe de 2nde C observent que l'éclat de la lampe augmente au fur et à mesure qu'on associe les piles en série concordance dans un circuit électrique. Pour mieux comprendre ce phénomène, ils décident de définir l'intensité du courant électrique et d'appliquer les lois du courant continu.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Potentiomètre. - Pile (1,5V à 9V) - Générateur basse fréquence. - Dipôles. - Bloc multiprise. - Bouton poussoir.	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Schémas - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 nd e C Collection EURIN-GIE 2 nd e C

PLAN DE LA LECON

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	INTENSITE D'UN COURANT CONTINU
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p>1. <u>Quantité d'électricité</u> Soit un nombre N de porteurs de charge en mouvement dans un conducteur. La quantité d'électricité Q transportée par un nombre N de porteurs de charge est égale au produit de N par la valeur absolue q de chaque porteur de charge.</p> $Q = N q $ <p>Q s'exprime en Coulomb (C).</p> <p>2. <u>Intensité d'un courant électrique continu</u> 2.1 Définition Soit un conducteur de section droite S. Soit Q la quantité d'électricité qui traverse S pendant une durée Δt.</p>  <p>L'intensité I du courant électrique est le quotient de la quantité d'électricité Q</p>

qui traverse la section du conducteur par la durée Δt .

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

Ampère (A) → Coulomb (C)
 Seconde (s)

Remarque : L'ampèremètre est l'instrument de mesure de l'intensité du courant électrique. Il se monte en série dans un circuit.

L'unité de l'intensité du courant électrique est l'ampère (A). On utilise aussi souvent :

- le kiloampère (kA) : $1 \text{ kA} = 10^3 \text{ A}$
- le milliampère (mA) : $1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$
- le microampère (μA) : $1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$

Activité d'application

Un nombre $N = 1,125 \cdot 10^{20}$ d'électrons traverse une section d'un conducteur pendant une 1 minute. Calculer l'intensité du courant débité.

Réponse :

On a : $I = \frac{Q}{\Delta t}$ or $Q = N |q|$.

$I = \frac{N |q|}{\Delta t}$. On a des électrons donc $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

AN : $I = \frac{1,125 \cdot 10^{20} \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{1 \times 60}$
 $I = 0,3 \text{ A}$

2.2 Ordre de grandeur de quelques intensités du courant électrique

- une lampe à incandescence : 0,1 à 5 A selon la lampe.
- un fer à repasser : de 3 à 6 A.
- une locomotive : environ 500 A.
- un radiateur : de 5 à 15 A.
- la foudre : de 6000 à 50000 A.

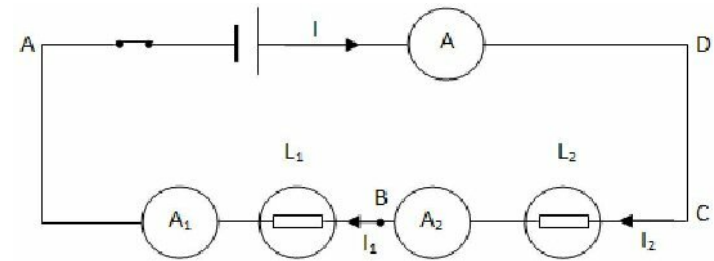
3. Propriétés du courant électrique

3.1 Définitions

- On appelle **nœud**, le point de raccordement d'au moins trois fils de connexion.
- Une **branche** est une portion de circuit électrique située entre deux nœuds.

3.2 Loi des intensités du courant dans un circuit en série

3.2.1 Expérience et observation



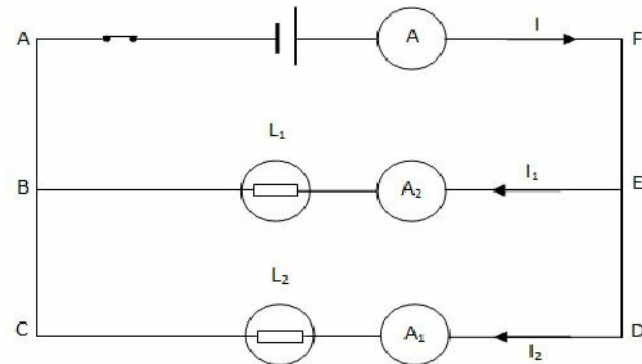
$$I = I_1 = I_2 = \dots\dots\dots A$$

3.2.2 Conclusion

Dans un circuit en série, l'intensité du courant électrique est la même en tout point $I = I_1 = I_2 = \dots\dots = I_n$: c'est la **loi d'unicité du courant** dans un circuit série.

3.3 Loi des intensités du courant dans un circuit avec dérivation

3.3.1 Expérience et observation



$$I = I_1 + I_2$$

Remarque :

- Les points B et E représentent les nœuds du circuit.
- le circuit possède trois branches :

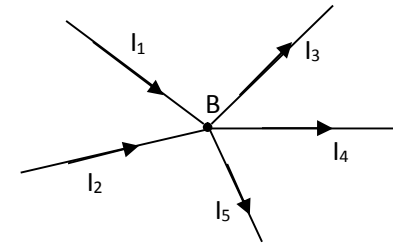
3.3.2 Conclusion

Dans un circuit en dérivation, l'intensité du courant qui traverse la branche principale est égale à la somme des intensités des courants qui traversent les branches dérivées.

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

3.4 Loi des nœuds

La somme des intensités des courants arrivant à un nœud est égale à la somme des intensités des courants partant de ce nœud.



Au nœud B: $I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$

Généralisation : $\sum I_{\text{arrivant}} = \sum I_{\text{partant}}$

Situation d'évaluation

Classes: 2nd C
Thème: Electricité et électronique
Titre de la leçon : Tension électrique
Durée : 7 h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Définir	la tension électrique ou la différence de potentiel (ddp) entre deux points d'un circuit électrique.
Représenter	une tension continue par une flèche entre deux points sur un schéma.
Déterminer	Une tension continue.
Connaître	les lois de la tension en courant continu : - pour un circuit série ; - pour un circuit avec dérivations.
Appliquer	les lois de la tension en courant continu.
Déterminer	les caractéristiques d'une tension variable : - tension triangulaire - tension en créneau - tension sinusoïdale

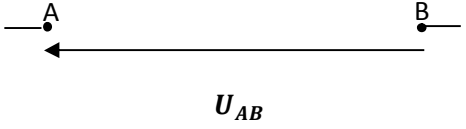
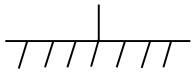
Situation d'apprentissage

Un soir après une forte pluie, des élèves en classe de 2^{nde} C au Collège Moderne de Tiédo constatent dans la dite localité que les lampes brillent tantôt normalement tantôt faiblement. Le lendemain, en allant à l'école, ils en parlent à un électricien qui leur informe que c'est une variation de la tension du secteur qui est à l'origine de cette situation. Préoccupés et une fois en classe, ils en parlent aux autres élèves et ensemble, ils décident de définir la tension électrique, d'appliquer les lois de la tension électrique en courant continu puis de déterminer les caractéristiques d'une tension variable.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Potentiomètre. - Pile (1,5 V à 9 V). - Générateur basse fréquence. - Dipôles. - Bloc multiprise. - Bouton poussoir. - Voltmètres, multimètres, oscilloscopes. - Fils de connexion.	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Schémas - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 ^{nde} Collection EURIN GIE 2 ^{nde}

PLAN DE LA LECON

1. Tension électrique entre deux points d'un circuit électrique
2. Utilisation d'un oscilloscope
3. Existence de tensions variables

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	TENSION ELECTRIQUE
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p>1. Tension électrique entre deux points d'un circuit électrique</p> <p>1.1 Définition</p> <p>La tension électrique entre deux points d'un circuit est la différence d'état électrique ou différence de potentiel (d.d.p) entre deux points du circuit. Elle se note U et est représentée par une flèche.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="margin-left: 20px;"> $U_{AB} = V_A - V_B$ </div> </div> <p>Remarque :</p> <p>La masse d'un circuit est un point choisi comme référence par rapport auquel on mesure les tensions. Son potentiel est égal à zéro et son symbole est :</p> <div style="text-align: center;">  </div>

1.2 Mesure de la tension électrique

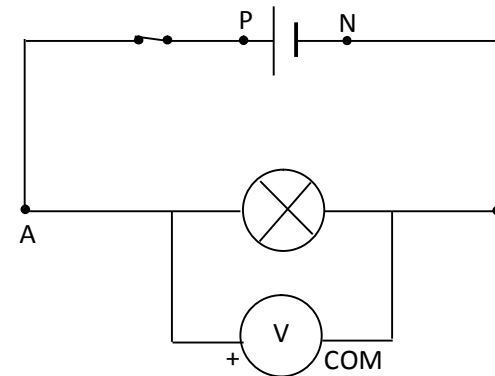
La tension électrique se mesure à l'aide d'un voltmètre, d'un multimètre, d'un oscilloscope. Elle s'exprime en **volt (V)**. On utilise aussi ses sous-multiples.

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

- microvolt (μV) : $1 \mu\text{V} = 10^{-6} \text{ V}$.

1.3 Algébrisation de la tension électrique

1.3.1 Montage



1.3.2 Tableau de mesure

U_{AB}	U_{BA}

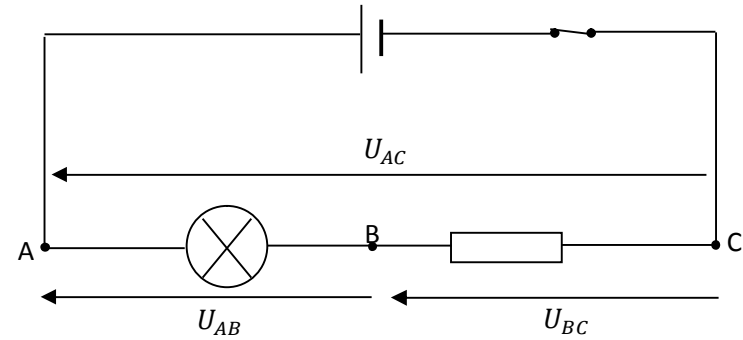
$$U_{AB} = - U_{BA}$$

1.3.3 Conclusion

La tension est une **grandeur algébrique** : $U_{AB} = - U_{BA}$.

1.4 Loi de la tension en courant continu pour un circuit série

1.4.1 Montage



1.4.2 Tableau de mesure

U_{AB}	U_{BC}	U_{AC}	$U_{AB} + U_{BC}$

$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC} = \dots\dots\dots \text{V}$$

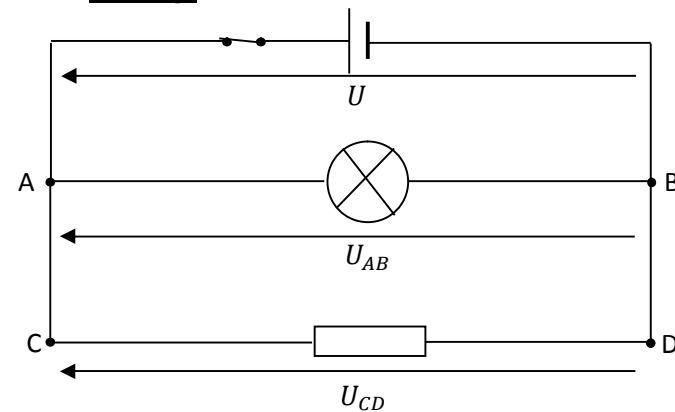
1.4.3 Conclusion

Dans un circuit série, la tension aux bornes de l'ensemble est égale à la somme des tensions aux bornes de chacun des dipôles.

$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$$

1.5 Loi de la tension en courant continu pour un circuit avec dérivation

1.5.1 Montage



1.5.2 Tableau de mesure

U	U_{AB}	U_{CD}

$$U = U_{AB} = U_{CD} = \dots\dots V$$

1.5.3 Conclusion

Dans un circuit en dérivation (parallèle), les tensions aux bornes des dipôles en dérivation sont égales.

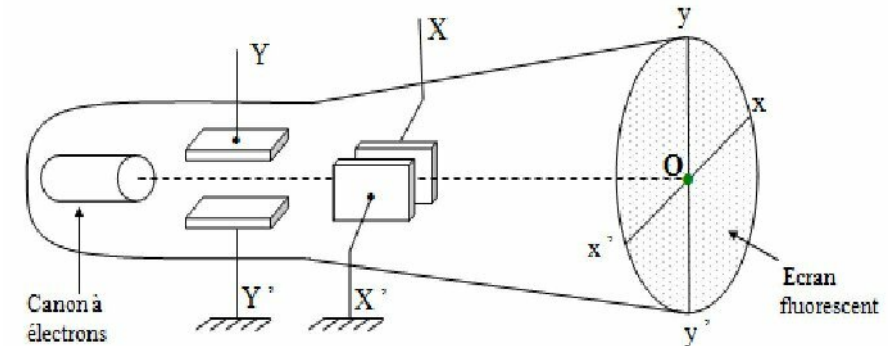
$$U = U_{AB} = U_{CD}$$

2. Utilisation d'un oscilloscope

2.1 Schéma d'un oscilloscope

L'oscilloscope comprend 3 parties essentielles :

- le canon à électrons où sont produits et accélérés les électrons.
- les plaques de déviation qui permettent les déviations verticales et horizontales du spot.
- l'écran fluorescent sur lequel est visualisé l'impact du faisceau d'électrons sous forme lumineuse appelée **spot**.



2.2 Principe de fonctionnement d'un oscilloscope

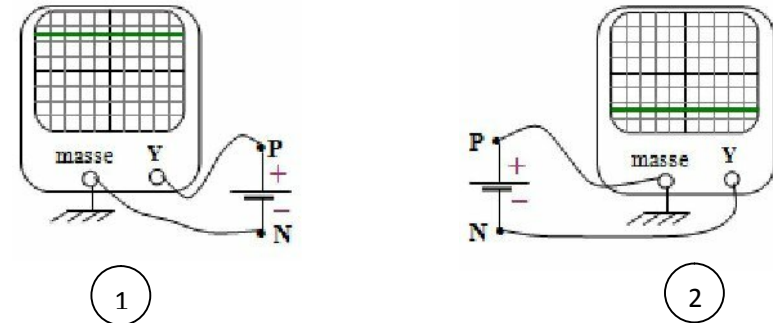
En absence de tension entre les plaques Y et Y', X et X' le faisceau d'électrons issu du canon n'est pas dévié et arrive en O au milieu de l'écran et forme un point lumineux (spot).

Lorsque la tension $U_{YY'} > 0$, le faisceau d'électrons est dévié vers le haut et lorsque la tension $U_{YY'} < 0$, le faisceau est dévié vers le bas.

Lorsque le signal est crée entre X et X', on obtient une déviation horizontale du spot. Le balayage permet de suivre l'évolution d'une tension au cours du temps.

2.3 Visualisation et mesure d'une tension continue à l'oscilloscope

2.3.1 Visualisation d'une tension continue



2.3.2 Mesure d'une tension continue à l'oscilloscope

Sensibilité verticale : 2 V / div.

En 1 : $U_{PN} = 2,5 \text{ div} \times 2 \text{ V / div} = 5 \text{ V}$.

En 2 : $U_{NP} = - 2,5 \text{ div} \times 2 \text{ V / div} = - 5 \text{ V}$.

3. Existence de tensions variables

3.1 Visualisation des tensions variables à l'oscilloscope

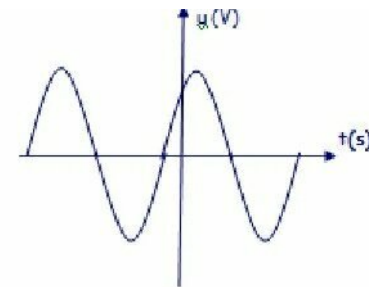
3.1.1 Définition

- Une tension **variable** est une tension dont la valeur est soit négative, soit positive en fonction du temps.
- Une tension est **alternative** si son signe change au cours du temps.

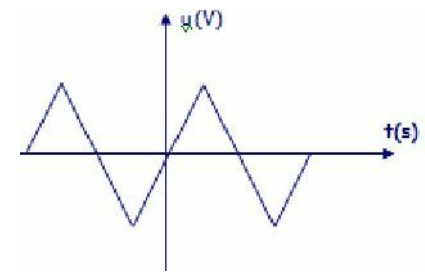
Remarque : Les tensions variables sont fournies par :

- Générateur basse fréquence (GBF)
- Alternateurs (génératrice de bicyclette)
- CIE

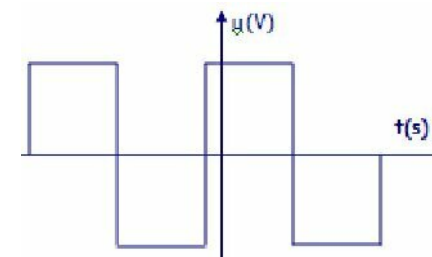
3.1.2 Exemples de tensions variables



Tension sinusoïdale



Tension triangulaire



Tension rectangulaire ou en créneau

3.2 La période et fréquence d'une tension variable

3.2.1 La période

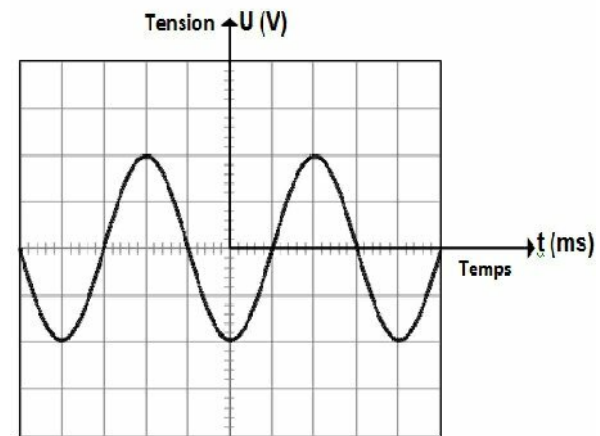
La période est l'intervalle de temps au bout duquel un phénomène se reproduit identique à lui-même. Elle se note **T** et s'exprime en seconde (**s**).

3.2.2 La fréquence

La fréquence notée **N** ou **f** est l'inverse de la période. Elle représente le nombre de périodes par unité de temps.

$$\boxed{N = \frac{1}{T}} \quad \left\{ \begin{array}{l} N : \text{fréquence (Hz)} \\ T : \text{période (s)} \end{array} \right.$$

3.3 Etude d'une tension sinusoïdale



Echelle :

- Base de temps : 2 ms / div
- Sensibilité verticale : 1 V / div

- **La période T** : $T = 4 \text{ div} \times 2 \text{ ms / div} = 8 \text{ ms} = 0,008 \text{ s}$

- **La fréquence N** : $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,008} = 125 \text{ Hz}$

- **La tension maximale U_{max}** est la plus grande valeur que prend cette tension. Elle est donnée à partir de l'oscilloscope.

$$U_{max} = 2 \text{ div} \times 1 \text{ V / div} = 2 \text{ V.}$$

- **La tension efficace U_{eff}** se mesure à l'aide d'un voltmètre utilisé en mode alternatif. Elle peut se calculer par la relation : $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$

$$U_{eff} = \frac{2}{\sqrt{2}} = 1,414 \text{ V.}$$

- **La tension crête à crête U_{cc}** est donnée par la relation: $U_{cc} = 2 U_{max}$

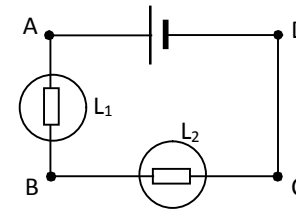
$$U_{cc} = 2 \times 2$$

$$U_{cc} = 4 \text{ V}$$

Situation d'évaluation

Pendant une séance de TP en électricité, un binôme d'élèves de la classe de 2nde C du Collège Moderne de Tiédo réalise le montage électrique ci-dessous. Le générateur utilisé par ceux-ci délivre une tension de 6 V. Ensuite, ils branchent un voltmètre aux bornes de lampe L_2 puis obtiennent 3,5 V. Tu es sollicité pour les aider à calculer la tension U_{BA} .

1. Représente le voltmètre branché aux bornes de la lampe L_2 .
2. Reproduis le schéma et représente par des flèches les tensions U_{AD} ; U_{BA} ; U_{BC} .
3. Calcule la tension U_{BA} .



Classes: 2nd C
Thème: Electricité
Titre de la leçon : Etude expérimentale de quelques dipôles passifs.
Durée : 10 h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Tracer	les caractéristiques de quelques dipôles passifs : - conducteur ohmique ; - lampe à incandescence ; - diode au silicium ; - diode zener.
Déterminer	<ul style="list-style-type: none"> la résistance d'un conducteur ohmique. les tensions seuils de la diode au silicium et de la diode zener. la tension zener de la diode zener.
Connaître	<ul style="list-style-type: none"> la loi d'Ohm les tensions seuils des diodes. la tension zener de la diode zener.
Appliquer	la loi d'Ohm
Déterminer	la résistance équivalente de l'association de deux conducteurs ohmiques : - en série ; - en dérivation.
Tracer	la caractéristique de l'association de deux conducteurs ohmiques : - en série - en dérivation.

Situation d'apprentissage

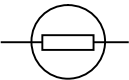

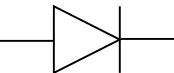
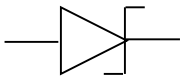
Deux élèves en classe de 2nd C au Collège Moderne de Tiédio discutent. L'un soutient que tous les dipôles passifs se comportent de la même façon dans un circuit électrique. L'autre n'est pas de cet avis. Pour s'accorder, ils informent les autres élèves de la classe. Ensemble, ils décident de tracer les caractéristiques d'un conducteur ohmique, d'une lampe à incandescence, d'une diode au silicium et d'une diode zener, et d'exploiter la loi d'Ohm.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Piles avec supports. - Résistors. - Diodes au silicium et zener. - Lampe à incandescence. - Fils de connexion, interrupteur. - Potentiomètre, oscilloscopes. - Ampèremètre, voltmètre, multimètre. - Papier millimétré.	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Schémas - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 nd C. Collection G. Martin 2 nd C. Collection Eurin gé 2 nd C.

PLAN DE LA LECON

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	ETUDE EXPERIMENTALE DE QUELQUES DIPOLES PASSIFS
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p>1. Généralités sur les dipôles passifs</p> <p>1.1 Dipôles Un dipôle est un composant électronique qui possède deux bornes. Exemples : la pile, la lampe, la diode, le conducteur ohmique.</p> <p>1.2 Dipôles passifs Un dipôle est passif si la tension entre ses bornes est nulle hors circuit. Exemples : la diode, le conducteur ohmique, la lampe.</p>

1.5 Symboles de quelques dipôles passifs

Noms	Symboles
Lampe à incandescence	
Conducteur ohmique	
Diode à jonction	
Diode de Zener	

1.4 Limite d'utilisation des dipôles passifs

Un dipôle passif ne peut être utilisé dans n'importe quelles conditions sans être détérioré. Le constructeur indique en générale sur le dipôle une valeur limite (maximale) de la tension et de l'intensité ou de la puissance à ne pas dépasser.

2. Dipôles symétrique et dissymétrique

- Un dipôle est dit **symétrique** si ses **deux bornes sont identiques**.
- Un dipôle est dit **dissymétrique** si ses **deux bornes ne sont pas identiques**.

3. Les conducteurs ohmiques

3.1 Etude de la caractéristique d'un conducteur ohmique

3.1.1 Expérience

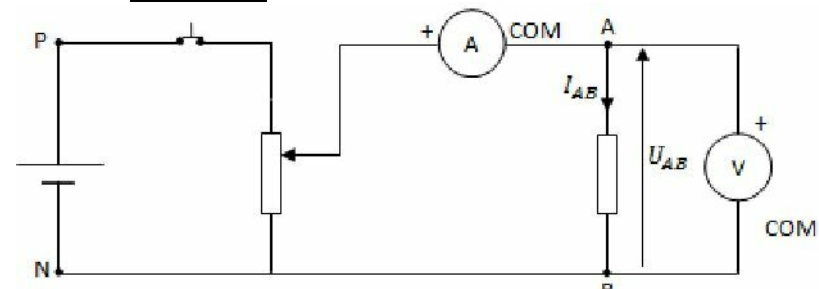
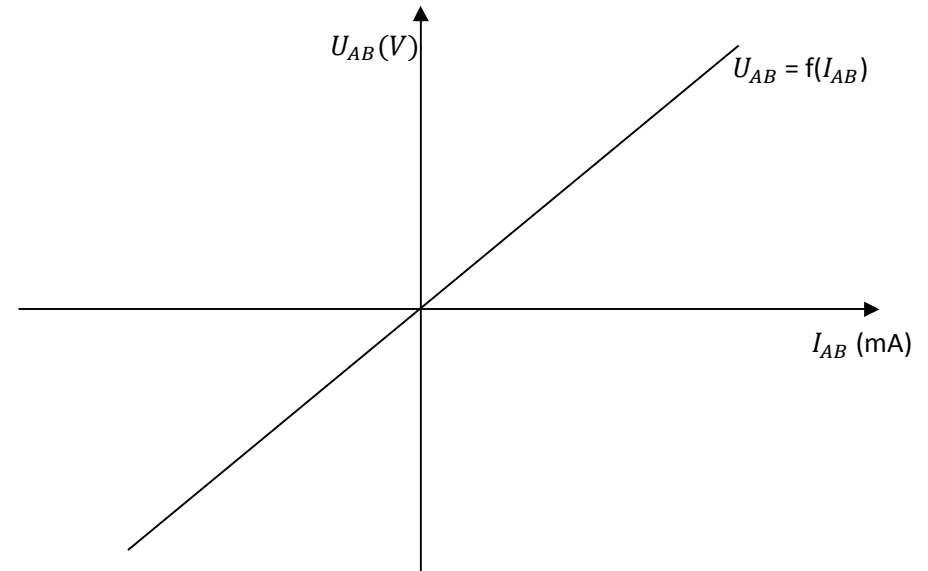


Schéma du montage potentiométrique

3.1.2 Tableau de mesure

$U_{AB} (V)$	- 1,5	-1	- 0,5	0	0,5	1	1,5	2
$I_{AB} (mA)$	- 150	- 100	- 50	0	50	100	150	200

3.1.3 Tracé de la caractéristique intensité-tension : $U_{AB} = f(I_{AB})$



Echelle : 1 cm \longrightarrow 0,5 V
1 cm \longrightarrow 50 mA

3.1.4 Exploitation de la caractéristique

La caractéristique intensité-tension ($U_{AB} = f(I_{AB})$) d'un conducteur ohmique est une droite qui passe par l'origine du repère de coefficient directeur a tel que :

$$a = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = R$$

R est appelé **la résistance** du conducteur ohmique et s'exprime **en ohm (Ω)**.

Remarque: L'inverse de la résistance est **la conductance** du conducteur ohmique notée **G** et s'exprime en **siemens (S)**.

$$G = \frac{1}{R}$$

Déterminons graphiquement R

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1}$$

$$R = \frac{2-0}{(200-0).10^{-3}}$$

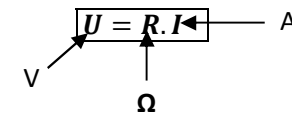
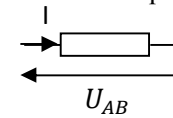
$$R = 10 \Omega$$

3.1.5 Conclusion

Le conducteur ohmique est un dipôle **passif**, **symétrique**, et **linéaire** caractérisé par sa résistance R.

3.2 Loi d'Ohm

La tension **U** aux bornes d'un conducteur ohmique est égale au produit de sa résistance **R** par l'intensité **I** du courant qui le traverse.



3.3 Détermination de la résistance d'un conducteur ohmique

3.3.1 Détermination de la résistance par le code des couleurs



Bandes 1, 2, 3: signes significatifs
Bande 4 : Multiplicateur
Bande 5: Tolérance

Tableau du code de couleurs

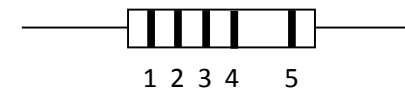
Couleurs	Bandes 1, 2 et 3 Signes significatifs	Bande 4 Multiplicateur	Bande 5 Tolérance
Noir	0	1	20 %
Marron	1	10	1 %
Rouge	2	10^2	2 %
Orange	3	10^3	
Jaune	4	10^4	
Vert	5	10^5	
Bleu	6	10^6	
Violet	7		
Gris	8		
Blanc	9		
Or		10^{-1}	5 %
Argent		10^{-2}	10 %

La valeur de la résistance est donnée par la relation : **$R = (123 \times 4 \pm 5 \%) \Omega$**

Activité d'application

Détermine la valeur de la résistance R dans chaque cas :

Cas a :



1 : Rouge

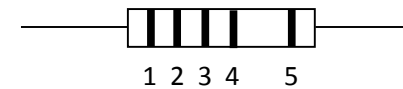
2 : Rouge

3 : Noir

4 : Noir

5 : Marron

Cas b :



- 1 : Noir
- 2 : Bleu
- 3 : Vert
- 4 : Orange
- 5 : Argent

Réponse : cas a : $R = (330 \times 1 \pm 1 \%) \Omega = (330 \pm 1 \%) \Omega$.
cas b : $R = (065 \times 10^3 \pm 10 \%) \Omega = (65.000 \pm 10 \%) \Omega$.

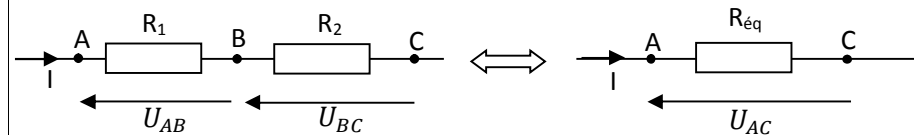
3.3.2 Détermination de la résistance à l'aide d'un ohmmètre

La résistance d'un conducteur ohmique peut se déterminer à partir d'un appareil appelé **ohmmètre**.

On branche cet appareil aux bornes du conducteur ohmique et on lit directement la valeur de la résistance

3.4 Association de conducteurs ohmiques

3.4.1 Association de conducteurs ohmiques en série



On a : $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$ avec $U_{AB} = R_1 I$; $U_{BC} = R_2 I$ et $U_{AC} = R_{\text{éq}} I$

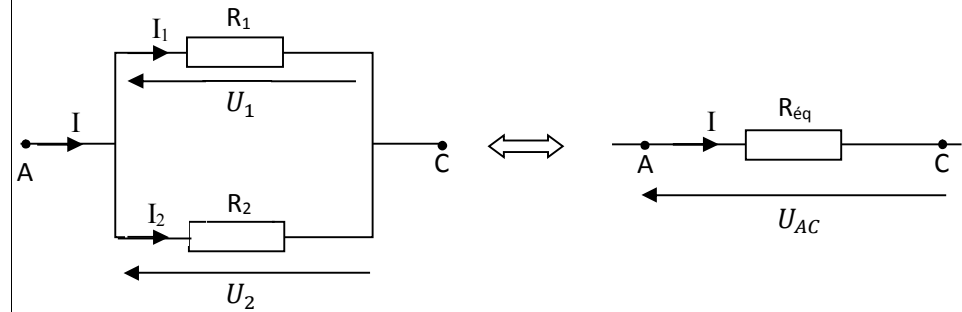
Ainsi $R_{\text{éq}} I = R_1 I + R_2 I$

Soit $R_{\text{éq}} = R_1 + R_2$

Des conducteurs ohmiques montés en série sont équivalents à un seul conducteur ohmique ayant pour résistance la somme des résistances montées en série :

$$R_{\text{éq}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

3.4.2 Association de conducteurs ohmiques en parallèle



On a : $I = I_1 + I_2$ avec $I = \frac{U_{AC}}{R_{eq}}$; $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$ et $I_2 = \frac{U_2}{R_2}$ ($U_1 = U_2 = U_{AC}$)

Ainsi $\frac{U_{AC}}{R_{eq}} = \frac{U_{AC}}{R_1} + \frac{U_{AC}}{R_2}$

Soit $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$

L'inverse de la résistance équivalente est égal à la somme des inverses des résistances montées en parallèle :

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2 \times \dots \times R_n}{R_1 + R_2 + \dots + R_n}$

4. La lampe à incandescence

4.1 Etude expérimentale de la caractéristique d'une lampe à incandescence

(voir page suivante)

4.1.1 Expérience

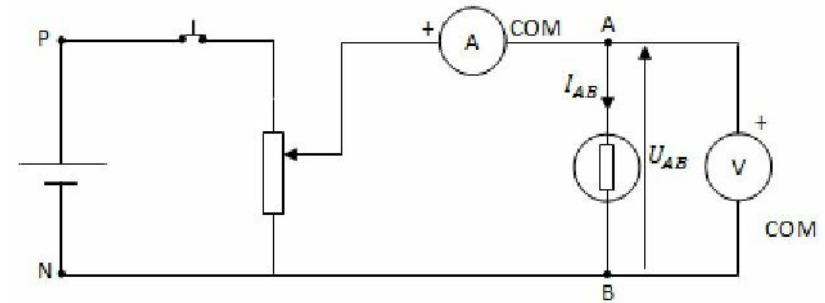
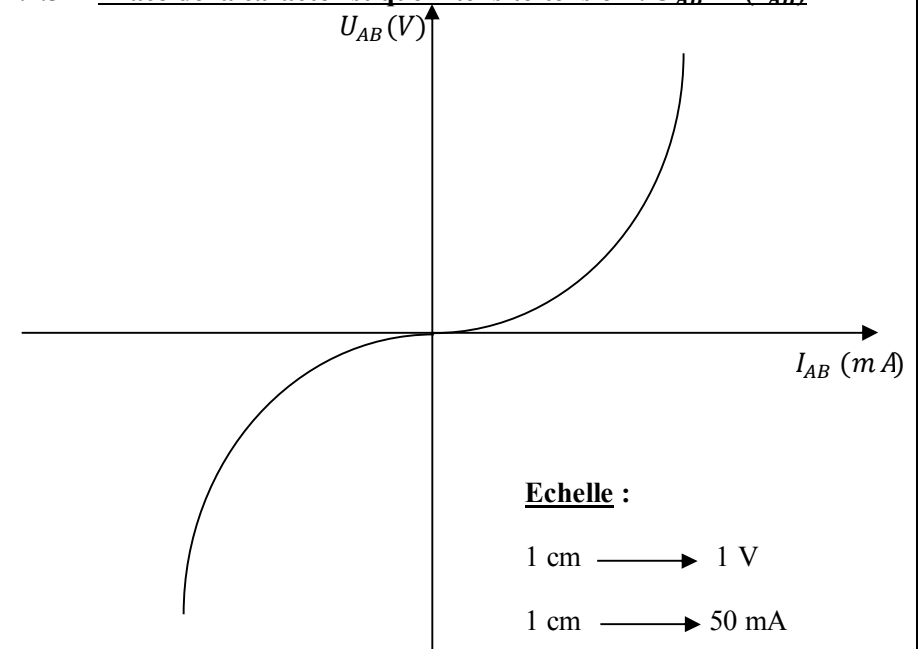


Schéma du montage potentiométrique

4.1.2 Tableau de mesure

$U_{AB} (V)$	- 3	- 0,8	- 0,5	- 0,2	0	0,2	0,5	0,8	3
$I_{AB} (mA)$	- 200	- 100	- 81	- 51	0	51	81	100	200

4.1.3 Tracé de la caractéristique intensité-tension : $U_{AB} = f(I_{AB})$



4.1.4 Exploitation

La caractéristique intensité-tension ($U_{AB} = f(I_{AB})$) d'une lampe à incandescence passe par l'origine des axes et est **symétrique** par rapport à celle-ci mais elle n'est pas **linéaire**.

4.1.5 Conclusion

La lampe à incandescence est donc un **dipôle passif symétrique non linéaire**.

5. La diode à jonction

5.1 Etude expérimentale de la caractéristique d'une diode au silicium

5.1.1 Expérience

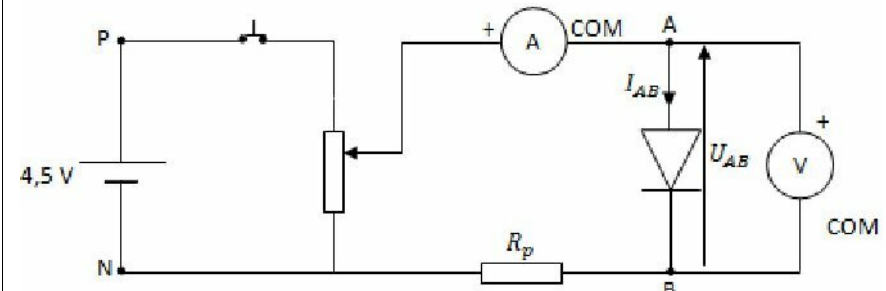


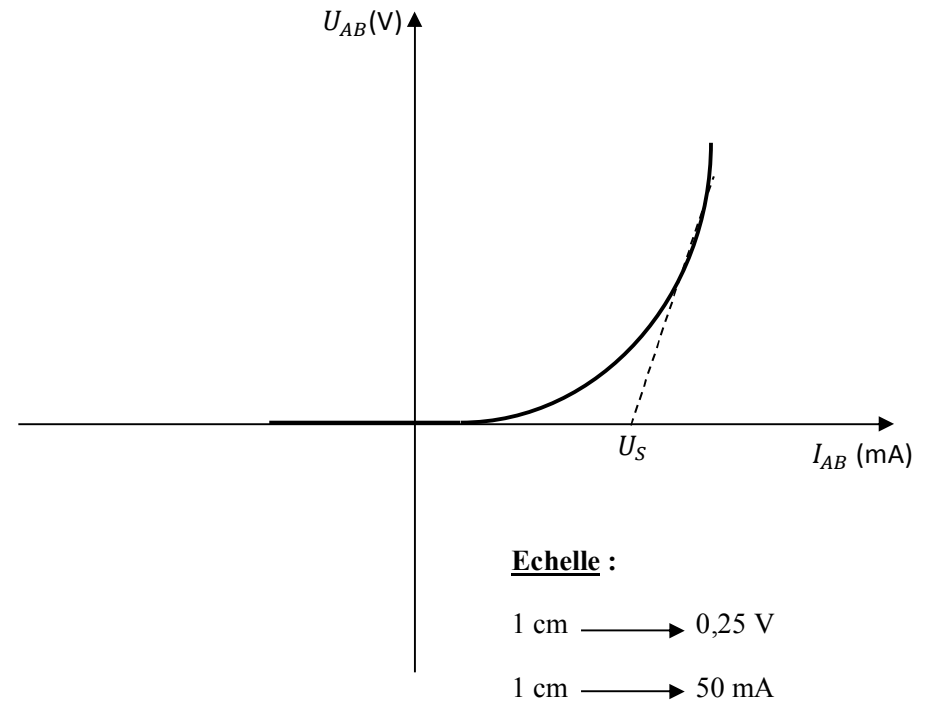
Schéma du montage potentiométrique

5.1.2 Tableau de mesure

$U_{AB} (V)$	- 2	- 1	0	0,6	0,66	0,7	0,74	0,8	0,85
$I_{AB} (mA)$	0	0	0	1,5	7	17	40	110	500

5.1.3 Tracé de la caractéristique intensité-tension : $U_{AB} = f(I_{AB})$

(voir page suivante)



5.1.4 Exploitation

La caractéristique est une courbe non symétrique qui passe par l'origine. Elle comporte deux parties :

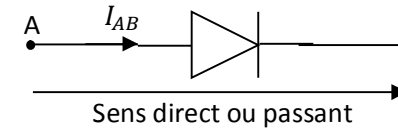
- $U_{AB} < 0$, $I_{AB} = 0$: la diode se comporte comme un interrupteur ouvert. On dit que la **diode est bloquée**.
- $U_{AB} \geq 0,6$ V, $I_{AB} \neq 0$: la diode se comporte comme un conducteur ohmique de faible résistance. On dit que la **diode est passante** c'est-à-dire elle laisse passer le courant.

Remarque : Pour que la diode soit **passante**, il faut que la tension à ses bornes soit supérieure ou égale à une **tension seuil** U_S ($U_{AB} \geq U_S$).

- Pour une diode au germanium : $U_S = 0,3$ V.
- Pour une diode au silicium : $U_S = 0,6$ V.

5.1.5 Conclusion

Une diode à jonction est un **dipôle passif non linéaire et dissymétrique** qui ne laisse passer le courant électrique que dans un seul sens.



6. La diode Zener

6.1 Etude expérimentale de la caractéristique d'une diode Zener

6.1.1 Expérience

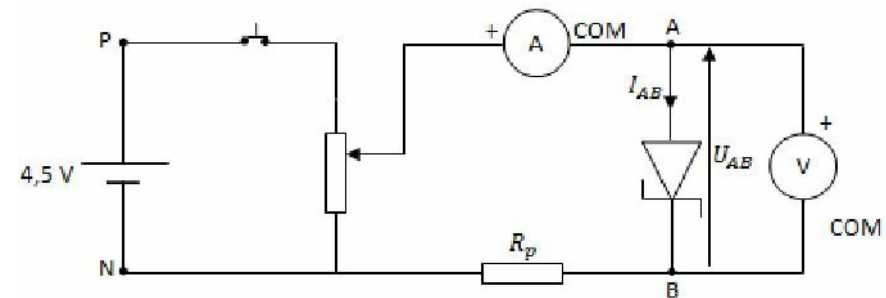


Schéma du montage potentiométrique

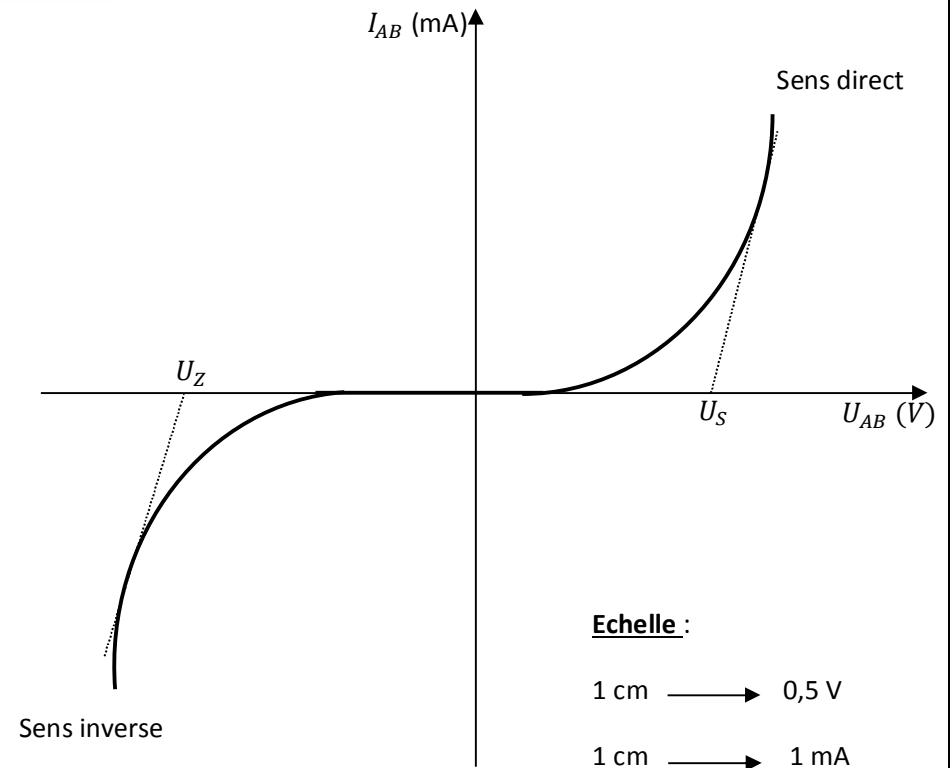
6.1.2 Tableau de mesure

$U_{AB} (V)$	- 2	- 2,5	- 3	- 3,2	- 3,3	- 3,4	- 3,6	- 3,7	- 3,8
$I_{AB} (mA)$	0	- 0,3	- 0,9	- 1,5	- 2	- 3	- 5	- 6,5	- 7,5

$U_{AB} (V)$	0	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$I_{AB} (mA)$	0	0	0,1	0,3	3,5	7	10

6.1.3 Tracé de la caractéristique tension- intensité $I_{AB} = f(U_{AB})$

(Voir page suivante)



6.1.4 Exploitation

La caractéristique est une courbe non symétrique passant par l'origine.

- En direct : la caractéristique est identique à celle de la diode au silicium avec une tension seuil $U_S = 0,6 \text{ V}$.

- En inverse :

- Si $U_{AB} < U_Z$, $I_{AB} = 0$, la diode ne conduit pas : elle est **bloquée**.
- Si $U_{AB} \geq U_Z$, $I_{AB} \neq 0$ la diode conduit le courant : elle est dite **passante**.

Remarque : U_Z est appelée **tension de Zener** de la diode et est compris entre 2 V et 200 V environ pour une diode Zener au silicium.

6.1.5 Conclusion

La diode Zener est un dipôle **passif non linéaire** et **dissymétrique** qui laisse passer le courant électrique dans les deux sens.

Classes: 2nde C

Thème: La matière et ses transformations

Titre de la leçon : Élément chimique

Durée : 2h

Tableau des habiletés et contenus

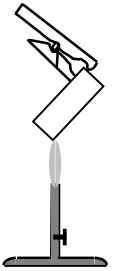
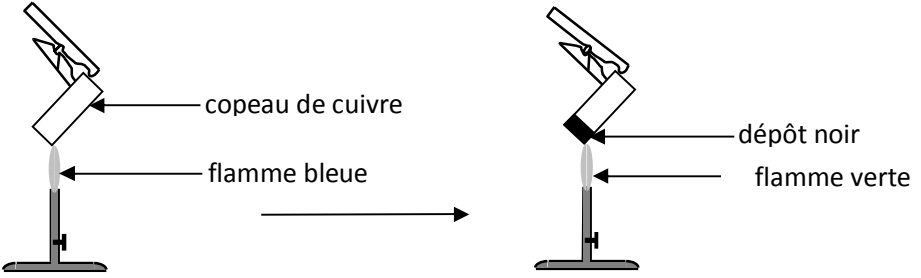
Habiletés	Contenus
Ecrire	l'équation-bilan de la réaction chimique entre : - le métal cuivre et le dioxygène. - l'oxyde de cuivre II et le carbone. - la solution de sulfate de cuivre II et le fer.
Définir	l'élément chimique
Ecrire	les symboles de quelques éléments chimiques
Nommer	quelques éléments chimiques.

Situation d'apprentissage

Les élèves de la 2nde C du Collège Moderne de Tiédo ont découvert dans un journal scientifique qu'il existe plusieurs millions d'espèces chimiques mais seulement une centaine d'éléments chimiques. Ils sont perplexes et veulent comprendre. Ils décident alors de définir un élément chimique à partir de quelques réactions chimiques, d'écrire les symboles de quelques éléments chimiques et les nommer.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Cuivre métal. - Sulfate de cuivre II. - Soude. - Limaille de fer. - Oxyde de cuivre II. - Poudre de carbone. - Tube à essais ; labogaz. - Allumettes	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Schémas - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 nd e C Collection GRIA 2 nd e C

PLAN DE LA LECON

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	ELEMENT CHIMIQUE
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		 <p>1. Réactions chimiques 1.1. Entre le métal cuivre et le dioxygène 1.1.1 Expérience et observations</p>  <p>copeau de cuivre flamme bleue dépôt noir flamme verte</p>

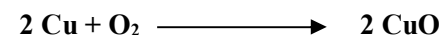
1.1.2 Interprétation

Le dépôt noir qui se forme est l'**oxyde de cuivre II (CuO)**. Il provient de la disparition de l'atome de cuivre et de la molécule de dioxygène.

1.1.3 Conclusion

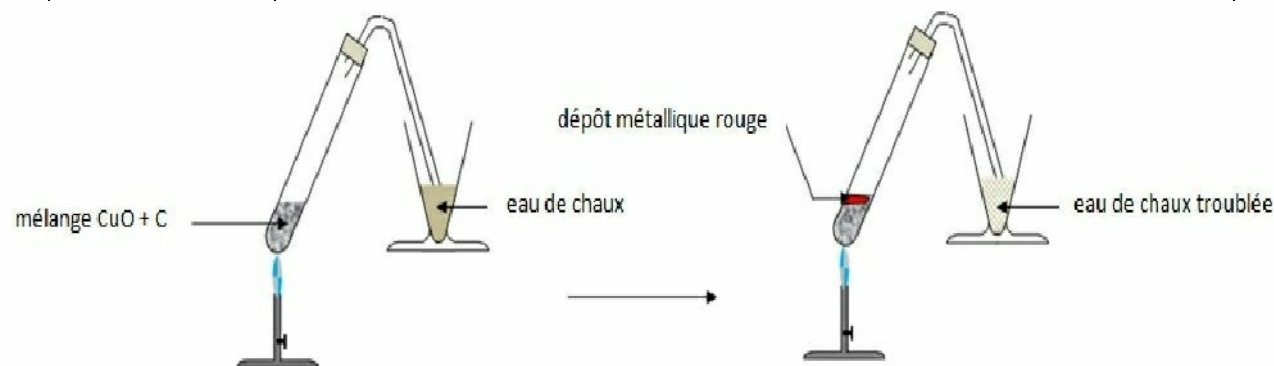
Au cours de cette réaction, les atomes de cuivre (Cu) réagissent avec les molécules de dioxygène (O₂) pour donner l'**oxyde de cuivre II (CuO)**.

L'équation-bilan de cette réaction chimique est :



1.2. Entre l'oxyde de cuivre II et le carbone

1.2.1 Expérience et observations



1.2.2 Interprétation

- Le dépôt métallique rouge qui se forme sur les parois du tube est constitué d'atomes de cuivre. Ces atomes proviennent de la transformation de l'oxyde de cuivre.
- L'eau de chaux troublée indique la présence du dioxyde de carbone qui provient de la transformation du carbone.

1.2.3 Conclusion

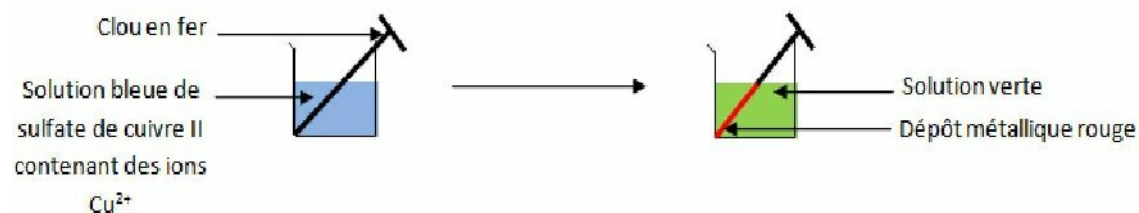
L'**oxyde de cuivre II (CuO)** et le **carbone (C)** réagissent pour donner du **cuivre métal (Cu)** et du **dioxyde de carbone (CO₂)**.

L'équation-bilan de la réaction est :



1.3 Entre la solution de sulfate II et le fer

1.3.1 Expérience et observations



1.3.2 Interprétation

- la solution verte indique la présence d'ions Fe^{2+} . Ces ions proviennent de la transformation du fer.
- le dépôt métallique rouge indique la présence d'atomes de cuivre. Ces atomes proviennent de la transformation des ions Cu^{2+} .

1.3.3 Conclusion

Les ions cuivre II (Cu^{2+}) réagissent avec le métal fer pour donner le métal cuivre et des ions fer II (Fe^{2+}).

L'équation – bilan de la réaction s'écrit :



2. Eléments chimiques

2.1 Définition

L'**élément chimique** est la **partie commune** à tous les corps qui le contiennent.

Exemple : L'élément chimique **cuivre** est l'élément commun aux trois composés suivants : métal cuivre (Cu), sulfate de cuivre (CuSO_4) et oxyde de cuivre II (CuO).

2.2 Symboles de quelques éléments chimiques

Élément chimique	Symbole	Élément chimique	Symbole
Hydrogène	H	Cuivre	Cu
Carbone	C	Sodium	Na
Oxygène	O	Chlore	Cl
Fluor	F	Argent	Ag

3. Corps simple et corps composé

3.1 Corps simple

Un **corps simple** est un corps constitué d'un **seul élément chimique**.

Exemple : le dihydrogène H_2 , le dioxygène O_2 , le dichlore Cl_2 .

3.2 Corps composé

Un **corps composé** est constitué de **plusieurs éléments chimiques**.

Exemple : le dioxyde de carbone CO_2 , l'eau H_2O , le butane C_4H_{10} .

Situation d'évaluation

Des élèves de la classe de 2^{nde} C du Collège Moderne de Tiédio disposent de la liste des corps suivants : difluor, monoxyde de carbone, oxygène, octasoufre, dihydrogène, méthane, dioxyde de carbone. Ils cherchent à déterminer les corps qui ont le même élément chimique puis à identifier les corps simples et composés. Il t'est demandé de les aider.

1. Définis :

1.1 un élément chimique ;

1.2 un corps simple ;

1.3 un corps composé.

2. Ecris la formule de tous les corps.

3. Détermine les corps qui ont le même élément chimique.

4. Identifie les corps simples et composés.

Résolution

1. Définition

1.1 Voir cours

1.2 Voir cours

1.3 Voir cours

2. Formule des composés

difluor : F_2 ; monoxyde de carbone : CO ; oxygène : O ; octasoufre : S_8 ;

dihydrogène : H_2 ; méthane : CH_4 ; dioxyde de carbone : CO_2

3. Corps ayant le même élément chimique

- H_2 ; CH_4 contiennent l'élément chimique hydrogène H.

- CH_4 ; CO ; CO_2 contiennent l'élément chimique carbone C.

- O ; CO ; CO_2 contiennent l'élément chimique oxygène O.

				<p>4. Corps simples: O ; F₂ ; H₂. Corps composés: CO; CO₂; CH₄.</p>
--	--	--	--	---

Classes: 2^{nde} C
Thème: La matière et ses transformations
Titre de la leçon : Structure de l'atome
Durée : 4h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Décrire	La structure de l'atome.
Connaître	<ul style="list-style-type: none"> Les constituants d'un atome. La constitution du noyau de l'atome.
Montrer	La neutralité électrique d'un atome.
Définir	L'isotopie.
Déterminer	La structure électronique des atomes.
Ecrire	Les représentations de LEWIS de quelques atomes.

Situation d'apprentissage

Fieni, élève en classe de 2^{nde} C au Collège Moderne de Tiéodio apprend de son frère qui est en classe de Terminale que toute matière est faite à partir d'atomes et qu'à un élément donné correspond un atome. Emmerveillé, il partage l'information avec ses camarades de classe puis ensemble, ils entreprennent de décrire un atome, de définir l'isotopie et de déterminer la structure électronique d'un atome.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Série d'exercices polycopiés. - Tableau de données des charges, masse et dimensions de l'atome et ses constituants.	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Schémas - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 ^{nde} Collection EURIN GIE 2 ^{nde}

PLAN DE LA LECON

Docs à portée de main

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE									
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	STRUCTURE DE L’ATOME									
Développement	Situation d’apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p>1. Les constituants de l’atome L’atome est constitué d’un noyau central autour duquel gravitent un ou plusieurs électrons.</p> <p>1.1 Particules du noyau Le noyau est constitué de protons et de neutrons. L’ensemble de ces particules forme les nucléons.</p> <table><tr><td></td><td>Masse</td><td>Charge</td></tr><tr><td>Proton</td><td>$m_p = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$</td><td>$+e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$</td></tr><tr><td>Neutron</td><td>$m_n = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$</td><td>0</td></tr></table> <p>Dans le noyau d’un atome, on désigne :</p> <ul style="list-style-type: none">- Le numéro atomique Z est le nombre de protons contenus dans le noyau.- Le nombre de neutrons N contenus dans le noyau.- Le nombre de masse A est le nombre de nucléons contenus dans le noyau. <p>$\Rightarrow A = Z + N$</p>		Masse	Charge	Proton	$m_p = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$	$+e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$	Neutron	$m_n = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$	0
	Masse	Charge											
Proton	$m_p = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$	$+e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$											
Neutron	$m_n = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$	0											

1.2 Electrons

L'électron est une particule de charge négative noté e^- .

	Masse	Charge
électron	$m_{e^-} = 9,1.10^{-31} \text{ kg}$	$-e = -1.6.10^{-19} \text{ C}$

L'ensemble des électrons en mouvement autour du noyau est appelé **nuage électronique** ou **cortège électronique**. Ce nuage contient **Z** électrons.

Activité d'application

Le noyau de l'atome de sodium est caractérisé par les valeurs $Z = 11$ et $A = 23$. Détermine le nombre de protons, de neutrons et d'électrons.

Réponse : 11 protons, $N = A - Z = 23 - 11 = 12$ neutrons, 11 électrons.

2. Electroneutralité de l'atome

2.1 Charge du noyau

La charge du noyau correspond à la charge totale des protons. Elle est égale à **+Ze**.

2.2 Charge du cortège électronique

La charge du cortège électronique correspond à la charge totale des électrons. Elle est égale à **-Ze**.

2.3 Charge totale de l'atome

La charge totale de l'atome est la somme de la charge du noyau et celle du cortège électronique ($+Ze - Ze = 0$). L'atome est **électriquement neutre**.

3. Masse de l'atome

La masse d'un atome est donnée par l'expression : $M_{\text{at}} = A m_p$ où A est le nombre de masse et m_p la masse du proton.

Activité d'application

Calcule la masse de l'atome de l'Hélium (He) sachant que son nombre de masse est $A = 4$.

Réponse : $M_{\text{He}} = 4 \times 1,67.10^{-27} = 6,68.10^{-27} \text{ kg}$.

			<p>4. Nucléide</p> <p>4.1 Définition du Nucléide On appelle nucléide, l'ensemble des atomes dont le noyau possède le même couple (Z, A).</p> <p>4.2 Représentation symbolique du Nucléide Le nucléide X, caractérisé par le couple (Z, A) est représenté par le symbole suivant :</p> $\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$ <p>avec A : nombre de masse ; Z : numéro atomique ; X : symbole de l'élément</p> <p style="text-align: center;"><u>Activité d'application</u></p> <p>Représente l'atome d'aluminium (Al) dont le noyau est caractérisé par le couple (13, 27). <u>Réponse :</u> ${}_{13}^{27}\text{Al}$</p> <p>5. Les isotopes Des atomes sont dits isotopes lorsqu'ils ont le même numéro atomique Z mais des nombre de masse A différents. <u>Exemples :</u> ${}^{12}_6\text{C}$; ${}^{13}_6\text{C}$; ${}^{14}_6\text{C}$ sont isotopes de l'élément chimique carbone C. ${}^{16}_8\text{O}$; ${}^{18}_8\text{O}$ sont des isotopes de l'élément chimique oxygène O.</p> <p>6. Structure électronique des atomes</p> <p>6.1 Couches électroniques Les électrons d'un atome se répartissent sur différentes couches appelées couches électroniques. Les couches sont désignées par des lettres majuscules K, L, M, N...</p> <p>6.2 Règles de remplissage des couches <u>1^{ère} règle :</u> chaque couche contient un nombre limité d'électrons. - la couche K peut contenir au maximum 2 électrons. - la couche L peut contenir au maximum 8 électrons. - la couche M peut contenir au maximum 8 électrons. - la couche N peut contenir au maximum 2 électrons.</p> <p><u>2^{ème} règle :</u> Les électrons remplissent d'abord le niveau K puis, quand celui-ci est saturé à 2 électrons, le niveau L. Quand le niveau L comporte 8 électrons, le</p>
--	--	--	---

		<p>Pour savoir si un électron est célibataire ou forme un doublet on admet les règles suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - si on a jusqu'à 4 électrons périphériques (sauf pour He), les électrons restent célibataires. - au-delà de 4 électrons périphériques, les électrons supplémentaires s'associent pour former des doublets. <p>On place d'abord les 4 e⁻ célibataires ; il reste 2 qui vont s'associer à 2 de ces e⁻ pour constituer 2 doublets.</p>	<p>niveau M se remplit jusqu'à 8 électrons puis le niveau N jusqu'à 2 électrons.</p> <p>Remarque : Ces règles ne sont valables que pour les 20 premiers éléments ($1 \leq Z \leq 20$).</p> <p>Activité d'application</p> <p>Donne la formule électronique des atomes suivants : ${}^4_2\text{He}$; ${}^{14}_7\text{N}$; ${}^{35}_{17}\text{Cl}$; ${}^{39}_{19}\text{K}$</p> <p>Réponse :</p> <ul style="list-style-type: none"> - He ($Z = 2$) : K^2 - N ($Z = 7$) : $K^2 L^5$ - Cl ($Z = 17$) : $K^2 L^8 M^7$ - K ($Z = 19$) : $K^2 L^8 M^8 N^1$ <p>6.3 Représentation de LEWIS des atomes</p> <p>La représentation de LEWIS a pour but de schématiser la couche électronique externe (la dernière couche en remplissage) d'un atome.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le noyau et les électrons des couches internes sont représentés par le symbole de l'élément chimique. - Les électrons célibataires sont représentés autour du symbole de l'élément par des points (•). - Les doublets d'électrons sont représentés autour du symbole de l'élément par des tirets (—). <p>Activité d'application</p> <p>Ecris les représentations de LEWIS des atomes suivants : Al ($Z = 13$) ; He ($Z = 2$) et S ($Z = 16$).</p> <p>Réponse :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Al ($Z = 13$) : $K^2 L^8 M^3$ <p>La couche externe est la couche M qui comporte 3 électrons.</p> $\begin{array}{c} \bullet \\ \bullet \text{ Al } \bullet \end{array}$ <ul style="list-style-type: none"> - He ($Z = 2$) : K^2 <p>La couche externe est la couche K qui comporte 2 électrons.</p> $\begin{array}{ccc} \bullet & & \overline{\hspace{1cm}} \\ \bullet & \longrightarrow & \text{He} \end{array}$ <ul style="list-style-type: none"> - S ($Z = 16$) : $K^2 L^8 M^6$ <p>La couche externe est la couche M qui comporte 6 électrons.</p> $\begin{array}{ccc} \bullet & & \overline{\hspace{1cm}} \\ \bullet & \longrightarrow & \text{S} \bullet \\ \bullet & & \bullet \end{array}$
--	--	---	---

Classes: 2nd C
Thème: Chimie générale
Titre de la leçon: Ions et molécules
Durée : 8h

Tableau des habiletés et contenus

<u>Habiletés</u>	<u>Contenus</u>
Enoncer	La règle de l'octet.
Interpréter	L'évolution chimique des atomes vers les ions monoatomiques.
Ecrire	<ul style="list-style-type: none"> la formule de quelques ions monoatomiques. la formule de quelques ions polyatomiques.
Expliquer	La formation des molécules.
Définir	La liaison de covalence.
Donner	Les représentations de Lewis de quelques molécules.
Distinguer	Un corps pur simple et un corps pur composé.
Ecrire	Les formules développées de quelques molécules.
Ecrire	Les formules statistiques de quelques composés ioniques.
Différencier	Un composé ionique d'une molécule.

Situation d'apprentissage

Un élève en classe de 2nd C au Collège Moderne de Tiédo est soumis à deux questions provenant de son frère, élève en quatrième :

1. Pourquoi certains atomes perdent-ils ou gagnent-ils un ou des électrons ?
2. Comment et pourquoi les atomes se lient-ils ?

Pour se donner toutes les chances d'avoir les réponses justes, cet élève associe ses camarades de classe. Puis ensemble, ils entreprennent d'interpréter l'évolution chimique des atomes vers les ions monoatomiques, d'expliquer la formation des molécules et d'écrire les formules statistiques de quelques composés ioniques.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Modèles moléculaires	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Classification périodique des éléments - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 nd C

PLAN DE LA LECON

1. La règle de l'octet
2. Les ions
3. Les molécules
4. Corps purs

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	IONS ET MOLECULES
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p align="center">1. <u>La règle de l'octet</u></p> <p>Tous les gaz rares ont une couche électronique externe de 8 électrons sauf l'hélium qui en a 2.</p> <p align="center"> $\overline{\text{He}}$ $\overline{\text{Ne}}$ $\overline{\text{Ar}}$ $\overline{\text{Kr}}$ </p> <p>Les gaz rares ou nobles étant particulièrement stables, ils ont une réactivité quasi nulle.</p> <p>Au cours des réactions chimiques, les autres atomes réagissent pour obtenir la structure électronique des gaz rares (8e- sur la couche externe).</p> <p>Dans une transformation en molécule ou en ion, l'atome sature sa couche externe à 2 (règle du duet) ou 8 (règle de l'octet) électrons pour avoir la structure du gaz rare le plus proche de lui.</p>

2. Les ions

2.1 Les ions monoatomiques

Les ions monoatomiques résultent d'atomes ayant cédé (perdu) ou capté (gagné) un ou plusieurs électrons.

2.1.1 Les cations

Ce sont les ions positifs issus de la perte d'électrons.

Exemples :

- * Le sodium Na ($Z = 11$) : formule électronique : $K^2 L^8 M^1$.

Pour avoir la structure en octet, l'atome de Na perd **un électron** et prend la structure électronique du néon $K^2 L^8$ d'où l'ion Na^+ ion sodium.

On écrit : $Na \longrightarrow Na^+ + e^-$.

- * Le magnésium Mg ($Z = 12$) formule électronique : $K^2 L^8 M^2$.

Pour avoir la structure en octet, l'atome de Mg perd **deux électrons** et prend la structure électronique du néon $K^2 L^8$ d'où l'ion Mg^{2+} ion magnésium.

On écrit : $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2 e^-$.

2.1.2 Les anions

Ce sont les ions négatifs issus du gain d'électrons.

Exemples :

- * Le chlore Cl ($Z = 17$) : formule électronique : $K^2 L^8 M^7$

Pour avoir la structure en octet l'atome de Cl gagne **un électron** et prend la structure électronique de l'argon $K^2 L^8 M^8$ d'où l'ion Cl^- ion chlorure.

On écrit : $Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$.

- * L'oxygène O ($Z = 8$) formule électronique : $(K)^2(L)^6$.

Pour avoir la structure en octet l'atome d'oxygène gagne **deux électrons** et prend

la structure électronique du néon K^2L^8 d'où l'ion O^{2-} ion oxyde ou ion oxygène.

2.2 Les ions polyatomiques

Ce sont des assemblages d'atomes portant une charge électrique.

Exemples:

Cations	Nom du cation	Anions	Nom de l'anion
NH_4^+	ion ammonium	SO_4^{2-}	ion sulfate
H_3O^+	ion hydronium	$Cr_2O_7^{2-}$	ion bichromate
		NO_3^-	ion nitrate
		MnO_4^-	ion permanganate
		CO_3^{2-}	ion carbonate

2.3 Les composés ioniques

Ce sont des cristaux formés d'ions. Ils sont globalement neutres du point de vue électrique : ils contiennent autant de charges positives que de charges négatives.

Exemples :

Composé ionique	Sulfate de cuivre	Fluorure d'aluminium	Carbonate de sodium
Cation	Cu^{2+}	Al^{3+}	Na^+
Anion	SO_4^{2-}	F^-	CO_3^{2-}
Composition en ion	$(Cu^{2+}; SO_4^{2-})$	$(Al^{3+}; 3 F^-)$	$(2 Na^+; CO_3^{2-})$
Formule statistique	$CuSO_4$	AlF_3	Na_2CO_3

3. Les molécules

3.1 Définition de la liaison covalente

La liaison de covalence (ou **liaison covalente**) résulte de la mise en commun par deux atomes d'une ou plusieurs paires d'électrons célibataires appelées **doublets de liaison**. Le nombre de doublets que partage un atome avec ses voisins pour respecter la règle de l'octet est sa **valence**. La liaison covalente est dite **simple**, **double** ou **triple** selon que les deux atomes ont mis en commun **un**, **deux** ou **trois** doublets d'électrons.

3.2 Définition de la molécule

Une molécule est une entité chimique électriquement neutre formée d'un nombre limité d'atomes liés entre eux par des liaisons de covalence.

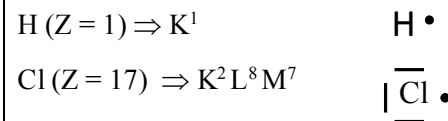
3.3 Ecriture de la formule d'une molécule

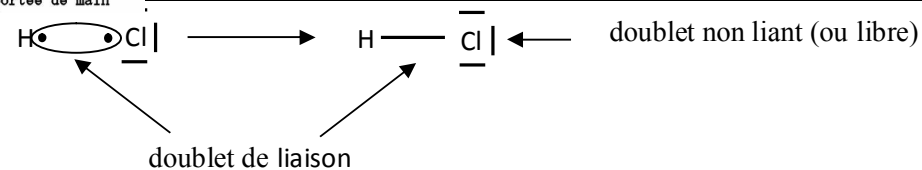
La formule d'une molécule s'obtient en écrivant côte à côte les symboles des éléments présents dans la molécule et en précisant, en indice à droite, le nombre d'atomes de chaque élément. Le nombre d'atomes dans une molécule est son **atomicité**.

Exemple : une molécule possédant 6 atomes de carbone, 10 atomes d'hydrogène et 2 atomes de chlore a pour formule $C_6H_{10}Cl_2$ et pour atomicité $At = 6+10+2 = 18$.

3.4 Représentation de LEWIS d'une molécule

* Chlorure d'hydrogène HCl



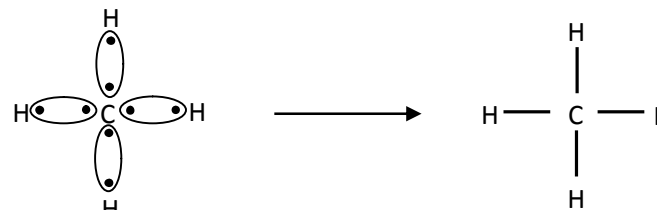


Valence de H : $V = 1$ (monovalent).

La molécule de HCl possède une liaison covalente simple.

* Méthane CH_4

C ($Z = 6$) $\Rightarrow K^2 L^4$

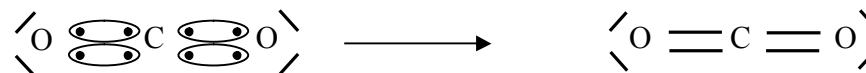


Valence de C : $V = 4$ (tétravalent).

La molécule de CH_4 possède quatre (4) liaisons covalentes simples.

* Dioxyde de carbone CO_2

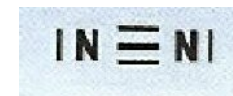
O ($Z = 8$) $\Rightarrow K^2 L^6$



Valence de O : $V = 2$ (divalent)

La molécule de CO_2 possède deux (2) liaisons covalentes doubles.

* Le diazote N_2
N (Z=7) $\rightarrow K^2 L^5$

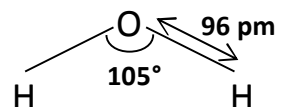


Valence de N : V= 3 (trivalent)

La molécule de N_2 possède une liaison covalente triple.

3.5 Caractéristique géométrique de quelques molécules

* Molécule d'eau H_2O

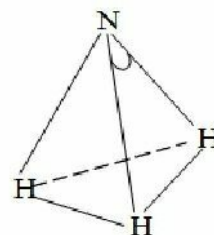


- La longueur de la liaison O---H est de **96 pm**.

- L'angle HOH vaut **105°**.

La molécule d'eau est coudée.

* Molécule d'ammoniac NH_3

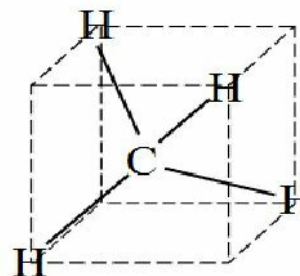


- La longueur de la liaison N---H est de **101 pm**.

- L'angle HNH vaut **107°**.

La molécule de NH_3 forme une pyramide à base triangulaire.

* Molécule de méthane CH_4



- La longueur de la liaison C---H est **109 pm**.

- L'angle HCH vaut **109°28'**.

La molécule de CH_4 forme un tétraèdre.

4. Corps purs

Un corps pur est un corps formé de molécules toutes identiques.

4.1 Corps pur simple

Lorsque les molécules sont constituées d'un seul type d'atomes alors le corps pur est dit **simple**.

Exemple : H_2 ; Cl_2 ; etc...

4.2 Corps pur composé

Dans le cas où les molécules sont formées de plusieurs types d'atomes, le corps pur est dit **composé**.

Exemple : H_2O ; CO_2 ; etc...

Activité d'intégration

Un groupe d'élèves de la classe de 2nd C du Collège Moderne de Tiédo dispose des numéros atomiques de deux éléments chimiques $Z = 17$ et $Z = 20$. Ils identifient ces éléments à partir de leur numéro atomique et ensuite déterminent vers quels ions peuvent évoluer les deux atomes. Ne sachant pas comment s'y prendre, Ils cherchent à écrire la formule du composé formé à partir de ces ions et veulent savoir si ce composé est une molécule ou un composé ionique. Il t'est demandé de les aider.

1. Ecris les formules électroniques de ces éléments chimiques et identifie-les.
2. Donne le nom de la règle qui permet d'expliquer l'évolution des atomes vers les ions puis utilise-la pour déterminer les ions qui correspondent à ces éléments.
3. Ecris la formule du composé à partir des ions déterminés en 2.
4. Dis si ce composé est un composé ionique ou est une molécule.

Solution

1. Pour $Z = 17$: $K^2 L^8 M^7 \longrightarrow 3^{\text{ème}}$ période ; $7^{\text{ème}}$ colonne. C'est le chlore.
 Pour $Z = 20$: $K^2 L^8 M^8 N^2 \longrightarrow 4^{\text{ème}}$ période ; $2^{\text{ème}}$ colonne. C'est le calcium.
2. La règle de l'octet

- Pour avoir la structure en octet, l'atome de Cl gagne **un électron** et prend la structure électronique du néon **$K^2 L^8$** d'où l'ion Cl^- ion chlorure.

				<p>- Pour avoir la structure en octet, l'atome de Ca perd deux électrons et prend la structure électronique de l'argon K² L⁸ M⁸ d'où l'ion Ca²⁺ ion calcium.</p> <p>3. Le composé est le CaCl₂ : C'est le chlorure de calcium.</p> <p>4. Ce composé est ionique.</p>
--	--	--	--	---

Classes: 2nd C

Thème: La matière et ses transformations

Titre de la leçon : Mole et grandeurs molaires

Durée : 4h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Définir	la mole.
Définir	<ul style="list-style-type: none"> La masse molaire atomique. la masse molaire moléculaire. la quantité de matière.
Connaître	l'unité de quantité de matière.
Déterminer	la quantité de matière d'un corps solide et liquide.
Connaître	la loi d'Avogadro-Ampère.
Définir	<ul style="list-style-type: none"> le volume molaire. la quantité de matière d'un corps gazeux. la densité d'un gaz par rapport à l'air.
Déterminer	la quantité de matière d'un corps gazeux
Utiliser	Les relations : $n = \frac{m}{M}$; $n = \frac{V}{V_m}$; $d = \frac{M}{29}$

Situation d'apprentissage

Lors d'une discussion entre des élèves de la classe de 2nd C du Collège Moderne de Tiédio, kobenan aimerait savoir le nombre de grains de riz que compte un sac de 50 kg. L'un d'eux affirme que ce sac compte des milliers de grains puis un autre qui l'estime à des millions de grains. Leur professeur de physique-chimie qui les a écoutés, les informe qu'on utilise en chimie la mole pour exprimer la quantité de matière. Surpris, ils décident avec ses camarades de classe de définir la mole et les grandeurs molaires puis de déterminer la quantité de matière de quelques corps solides, liquides, gazeux.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u>	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Guide et programme 2 nd C
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 nd C

PLAN DE LA LECON

1. Quantité de matière
2. Grandeurs molaires
- 3.

Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	MOLE ET GRANDEURS MOLAIRES
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p align="center">1. Quantité de matière 1.1 Utilité de la mole</p> <p>Le nombre de molécules contenu dans 27 g d'eau, sachant que la masse d'une molécule d'eau étant de $m_0 = 2,99 \cdot 10^{-23}$ g est :</p> $n = \frac{27}{2,99 \cdot 10^{-23}} = 903 \cdot 10^{21} \text{ molécules}$ <p>Il est impossible de dénombrer directement ce nombre d'où l'utilité d'une nouvelle unité qui est la mole de symbole mol.</p> <p>Remarque : Les particules ou entités peuvent être :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des atomes - des molécules - des ions etc... - des grains de riz, de sable <p align="center">1.2 Définition de la mole</p> <p>La mole est l'unité internationale de la quantité de matière. La quantité de</p>

matière est notée **n** et s'exprime en **mole**.

Remarque : Lorsqu'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées (atomes, molécules, ions, etc...).

1.3 La constante d'Avogadro

C'est le nombre de particules contenues dans une mole d'entités élémentaires. Elle se note N_A et sa valeur est $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Exemples : 1 mole d'atome de cuivre contient $6,02 \cdot 10^{23}$ atomes de cuivre.
 1 mole de molécule d'eau contient $6,02 \cdot 10^{23}$ molécules d'eau.
 1 mole d'ion sodium contient $6,02 \cdot 10^{23}$ ions sodium.

1.4 Quantité d'un échantillon de matière

Le nombre d'entités chimiques élémentaires **N** contenues dans un échantillon de matière est proportionnel à la **quantité de matière n**.

Le coefficient de proportionnalité est la **constante d'Avogadro N_A** .

$$N = n \cdot N_A$$

\swarrow \searrow
 mol mol^{-1}

Activité d'application 1

Détermine le nombre d'atomes de cuivre **N** dans 2,5 mol.

Réponse : $N = n \cdot N_A$

$$AN : N = 2,5 \times 6,02 \cdot 10^{23}$$

$$N = 1,5 \cdot 10^{24} \text{ atomes}$$

2. Grandeurs molaires

2.1 Masse molaire

La **masse molaire M** d'une espèce chimique est la masse d'une mole d'entités de cette espèce. Elle s'exprime en g/mol ou $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2.1.1 Masse molaire atomique

C'est la masse d'une mole d'atomes de l'espèce chimique considérée.

Les valeurs des masses molaires atomiques des éléments se trouvent dans le tableau de classification périodique.

Exemples : $M_C = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_H = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2.1.2 Masse molaire moléculaire

C'est la masse d'une mole de molécules de l'espèce chimique considérée. Elle s'obtient en faisant la somme des masses molaires atomiques des atomes qui constituent la molécule.

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

$M(\text{CO}_2) = 1.M_{\text{C}} + 2.M_{\text{O}} = 1 \times 12 + 2 \times 16 = 44 \text{ g.mol}^{-1}$.

$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2.M_{\text{H}} + 1.M_{\text{S}} + 4.M_{\text{O}} = 2 \times 1 + 1 \times 32 + 4 \times 16 = 98 \text{ g.mol}^{-1}$

2.1.3 Masse molaire ionique

La masse molaire ionique est la masse d'une mole d'ion de l'espèce considérée.

$M_{\text{Cl}^-} = M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{SO}_4^{2-}) = 1.M_{\text{S}} + 4.M_{\text{O}} = 96 \text{ g.mol}^{-1}$

2.2 Relation entre quantité de matière et masse

La quantité de matière n contenue dans une masse m d'une substance de masse molaire M est :

$$\begin{array}{ccc} & \text{(g)} & \\ & \swarrow & \\ \boxed{n = \frac{m}{M}} & \text{et} & \boxed{m = n \cdot M} \\ \nwarrow & & \swarrow \\ \text{(mol)} & & \text{(g.mol}^{-1}\text{)} \end{array}$$

Activité d'application 2

Calcule la quantité de matière contenue dans 32 g de dioxyde de carbone CO_2 . On donne : $M_{\text{C}} = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M_{\text{O}} = 16 \text{ g.mol}^{-1}$.

Réponse : $n = \frac{m}{M}$ $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g.mol}^{-1}$.

AN : $n = \frac{32}{44}$
 $n = 0,73 \text{ mol}$

2.3 Volume molaire

2.3.1 Définition

Le volume molaire d'un gaz est le volume d'une mole de molécule de ce gaz. On le note V_m et il s'exprime en L / mol ou L.mol^{-1} .

2.3.2 Loi d'Avogadro-Ampère

Énoncé : Pris dans les mêmes conditions de température et de pression, tous les gaz ont le même volume molaire V_m .

NB : Le volume molaire V_m d'un gaz dépend de la température et de la pression. Dans les conditions normales de température et pression CNTP ($T = 0^\circ\text{C}$ et $P =$

1 atm) le volume molaire vaut $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$.

2.3.3 Quantité de matière d'un gaz

$$V_m = \frac{V}{n} \quad \text{ou} \quad V = n.V_m \quad \text{soit} \quad n = \frac{V}{V_m}$$

Avec $\left\{ \begin{array}{l} n : \text{Quantité de matière en mol.} \\ V : \text{volume de gaz en L.} \\ V_m : \text{volume molaire en L.mol}^{-1}. \end{array} \right.$

Activité d'application 3

Détermine la quantité de matière contenue dans 1 m^3 de gaz butane pris dans les conditions normales de température et de pression CNTP.

Réponse : $V = 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$ et $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$ dans les CNTP.

$$n = \frac{V}{V_m}$$

$$\text{AN : } n = \frac{1000}{22,4}$$

$$n = 44,64 \text{ mol}$$

2.4 Relation entre la masse molaire et densité d'un gaz

$$d = \frac{\rho_g}{\rho_{\text{air}}} = \frac{M_g / V_m}{\rho_{\text{air}}} = \frac{M_g}{\rho_{\text{air}} V_m} \quad \rho_{\text{air}} \approx 1.3 \text{ g/L} \Rightarrow \rho_{\text{air}}.V_m \approx 29.$$

La densité d'un gaz par rapport à l'air est donnée par la relation : $d = \frac{M}{29}$

avec M étant la masse molaire moléculaire du gaz.

N.B. : La densité n'a pas d'unité.

Situation d'évaluation

Au cours d'une séance d'exercice de chimie, les élèves de 2nd C du Collège Moderne de Tiéodio disposent de la masse de $0,35 \text{ mol}$ d'un composé moléculaire qui est de $15,4 \text{ g}$. Ils veulent savoir si ce composé est le dioxyde de carbone. Il te sollicite pour les aider.

1. Définis la masse molaire moléculaire
 2. Calcule sa masse molaire.
 3. Dis si ce composé est le dioxyde de carbone.
- On donne : $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$.

Solution

1. La masse molaire moléculaire est la masse d'une mole de molécules de l'espèce considérée.
2. Calcul de sa masse molaire

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow \frac{m}{M} = n$$

$$\text{AN : } M = \frac{15,4}{0,35}$$

$$M = 44 \text{ g.mol}^{-1}$$

3. Calcul de la masse molaire du dioxyde de carbone

$$M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + 2 M(\text{O}) = 12 + 2 \times 16 = 44 \text{ g.mol}^{-1}$$

Ce composé est le dioxyde de carbone.

Classes: 2nd C
Thème: Chimie générale
Titre de la leçon : Equation-bilan d'une réaction chimique
Durée : 4h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Ecrire	l'équation-bilan d'une réaction chimique.
Déterminer	des quantités de matière, des masses et des volumes de corps à partir de l'équation-bilan d'une réaction chimique.
Connaître	la loi de Lavoisier.
Résoudre	des exercices : - dans le cas où les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques ; - dans le cas où l'un des réactifs est introduit en excès.

Situation d'apprentissage

Lors de la résolution d'un exercice de chimie par un groupe d'élèves de la classe de 2^{nde} C du Collège Moderne de Tiédo, l'un d'eux écrit l'équation-bilan de la réduction de l'oxyde ferrique par l'aluminium au tableau. Certains révèlent que celle-ci n'est pas équilibrée et d'autres pensent le contraire. Afin de s'accorder, ils décident de savoir écrire l'équation-bilan d'une réaction chimique, de déterminer des quantités de matière et des volumes à partir de l'équation-bilan et de connaître la loi de Lavoisier.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Métaux (Zn, Fe et Al) - Oxyde ferrique - Ruban de magnésium - Acide chlorhydrique - Creuset - Labogaz - Allumettes - Série d'exercices polycopiés	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Schémas - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 ^{nde} C Collection EURIN- GIE 2 nd C

PLAN DE LA LECON

<div></div>

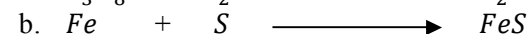
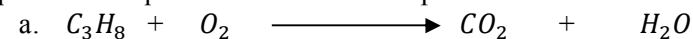
Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	EQUATION-BILAN D'UNE REACTION CHIMIQUE
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p>1. La réaction chimique</p> <p>1.1 Définition</p> <p>Une réaction chimique est une transformation au cours de laquelle certains corps disparaissent (réactifs) pour donner de nouveaux corps (produits).</p> <p>1.2 Equation-bilan d'une réaction chimique</p> <p>Une réaction chimique est traduite par une équation-bilan :</p> $\underbrace{A + B}_{\text{réactifs}} \longrightarrow \underbrace{C + D}_{\text{Produits}}$ <p>On lit : A réagit avec B pour donner C et D Au cours d'une réaction chimique, il y a conservation d'éléments chimiques. Pour cela une équation-bilan doit être toujours équilibrée.</p> <p>Exemple : Ecrivons l'équation-bilan de la combustion complète du butane</p> $2 C_4H_{10} + 13 O_2 \longrightarrow 8 CO_2 + 10 H_2O$ <p>Les coefficients placés devant les formules des réactifs et des produits sont appelés coefficients stœchiométriques. Ils nous indiquent les proportions dans lesquelles les corps réagissent.</p> <p align="center"><u>Traduction littérale de l'équation-bilan :</u></p> <p>On a deux niveaux de lecture :</p> <p>- 2 molécules de butane réagissent avec 13 molécules de dioxygène pour donner</p>

8 molécules de dioxyde de carbone et 10 molécules d'eau : c'est la signification **microscopique**.

- 2 moles de butane réagissent avec 13 moles de dioxygène pour donner 8 moles de dioxyde de carbone et 10 moles d'eau : c'est la signification **macroscopique**.

Activité d'application 1

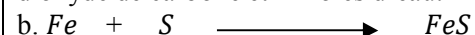
Equilibre les équations-bilan suivantes puis donne les deux niveaux de lecture :



Réponse: a. $C_3H_8 + 5 O_2 \longrightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$

- 1 molécule de propane réagit avec 5 molécules de dioxygène pour donner 3 molécules de dioxyde de carbone et 4 molécules d'eau.

- 1 mole de propane réagit avec 5 moles de dioxygène pour donner 3 moles de dioxyde de carbone et 4 moles d'eau.



- 1 atome de fer réagit avec 1 atome de soufre pour donner une molécule de sulfure de fer.

- 1 mole de fer réagit avec une mole de soufre pour donner une mole de sulfure de fer.

2. Bilan d'une réaction chimique

2.1 Bilan molaire

L'équation-bilan fournit une relation entre les nombres de moles de réactifs ayant effectivement réagi et les nombres de moles des produits formés.

Exemple :

	Réactifs	Produits
Equation-bilan	$2 CuO + C \longrightarrow$	$2 Cu + CO_2$
Bilan molaire	2 mol 1 mol	2 mol 1 mol
Relation entre les quantités de matières	$\frac{n_{CuO}}{2} = \frac{n_C}{1} = \frac{n_{Cu}}{2} = \frac{n_{CO_2}}{1}$	

2.2 Bilan massique

	Réactifs	Produits
Equation-bilan	$3 Fe + 2 O_2 \longrightarrow$	Fe_3O_4
Bilan molaire	3 mol 2 mol	1 mol
Bilan massique (m = n. M)	$m_{Fe} = 3 \times 55,8 ; m_{O_2} = 2 \times 32 ; m_{Fe_3O_4} = 3 \times 55,8 + 4 \times 16$ $m_{Fe} = 167,4 \text{ g} ; m_{O_2} = 64 \text{ g} ; m_{Fe_3O_4} = 231,4 \text{ g}$	
Somme des masses	$m_{Fe} + m_{O_2} = 231,4 \text{ g}$	$m_{Fe_3O_4} = 231,4 \text{ g}$

La somme des masses des réactifs est égale à la somme des masses des produits.

$$\sum \text{masse des réactifs} = \sum \text{masse des produits}$$

2.3 Loi de Lavoisier

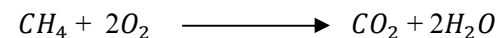
Dans une réaction chimique, la somme des masses des corps qui réagissent est égale à la somme des masses des corps qui se forment.

Activité d'application 2

On brûle 3 moles de méthane dans le dioxygène. Il se forme du dioxyde de carbone et de l'eau.

- Détermine le nombre de mole de dioxygène utilisé.
- Calcule la masse de dioxyde de carbone obtenue.

Réponse :



- Le nombre de mole de dioxygène utilisé.

$$n_{CH_4} = \frac{n_{O_2}}{2} \Rightarrow n_{O_2} = 2 n_{CH_4}$$

$$\text{AN : } n_{O_2} = 2 \times 0,3$$

$$\boxed{n_{O_2} = 0,6 \text{ mol}}$$

- La masse de dioxyde de carbone obtenue

$$n_{CH_4} = n_{CO_2} \Rightarrow n_{CH_4} = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} \Rightarrow \boxed{m_{CO_2} = n_{CH_4} \times M_{CO_2}}$$

$$\text{AN : } m_{CO_2} = 0,3 \times 44$$

$$m_{CO_2} = 13,2 \text{ g}$$

2.4 Bilan volumique

Pour les réactions chimiques mettant en jeu **les gaz**, la relation de proportionnalité est valable avec les volumes.

	Réactifs	Produits
Equation-bilan	$C_3H_8 + 5 O_2 \longrightarrow$	$3 CO_2 + 4 H_2O$
Bilan molaire	1 mol 5 mol	3 mol 4 mol
Bilan volumique	$V_{C_3H_8}$ $5 V_{O_2}$	$3 V_{CO_2}$ $4 V_{H_2O}$
Relation entre les volumes	$\frac{V_{C_3H_8}}{1} = \frac{V_{O_2}}{5} = \frac{V_{CO_2}}{3} = \frac{V_{H_2O}}{4}$	

Remarques

On dit qu'on effectue une réaction dans les **conditions stœchiométriques** si les réactifs sont mis en œuvre dans les proportions de l'équation-bilan ; les **réactifs disparaissent** à la fin de la réaction.

Si les réactifs ne sont pas dans les conditions stœchiométriques, l'un est en **excès** et l'autre est en **défaut** ; il reste donc une partie du réactif en excès à la fin de la réaction.

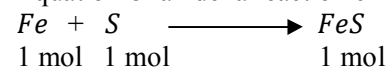
Situation d'évaluation

Le professeur de Physique-Chimie au cours d'une séance de TP avec les élèves de 2nd C du Collège Moderne de Tiédo fait réagir 1,5 mol de fer métal avec 1 mol de soufre. Les élèves observent à la fin de la réaction, la formation du sulfure de fer de formule FeS. Ils veulent savoir si les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques. Sinon s'il reste un réactif et enfin veulent déterminer la quantité de matière de sulfure de fer obtenue. Il t'est demandé de les aider.

1. Ecris l'équation-bilan de la réaction chimique.
2. Dites si les proportions sont stœchiométriques. Sinon, donne le réactif en excès.
3. Détermine la quantité de matière de sulfure de fer obtenue.

Réponse

1. Equation-bilan de la réaction chimique



				<p>2. Les réactifs sont en quantités différentes donc ils ne sont pas dans les proportions stœchiométriques.</p> <p>Le réactif en excès est le fer qui restera présent en fin de réaction. Le soufre est le réactif en défaut (ou réactif limitant) car il disparaît totalement.</p> <p>3. La quantité de matière de sulfure de fer obtenue.</p> $n_S = n_{FeS}$ $n_{FeS} = 1 \text{ mol}$
--	--	--	--	--

Classes: 2nd C
Thème: Ions en solutions aqueuses
Titre de la leçon : Solutions aqueuses ioniques
Durée : h

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Ecrire	l'équation-bilan de dissolution d'un composé ionique dans l'eau.
Interpréter	le phénomène de dissolution dans l'eau d'un composé ionique.
Définir	<ul style="list-style-type: none"> le solvant. le soluté. la solubilité.
Définir	<ul style="list-style-type: none"> la concentration massique volumique. la concentration massique volumique.
Déterminer	<ul style="list-style-type: none"> la concentration massique volumique. la concentration massique volumique.
Interpréter	l'électrolyse de la solution aqueuse du chlorure de sodium.
Exploiter	les équations-bilans des réactions chimiques.

Situation d'apprentissage

Des élèves de la classe de 2^{nde} C du Collège Moderne de Tiédio rendent visite à des femmes fabriquant les savons kabakrou. Ils constatent que lors de la dissolution de la soude dans l'eau, il y a une forte élévation de la température. Étonnés et voulant en savoir plus, ils entreprennent avec leurs camarades de classe d'interpréter le phénomène de dissolution dans un composé ionique, de définir la solubilité, les concentrations volumiques massique et molaire.

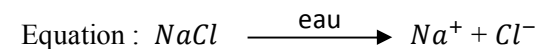
<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> - Soude en pastille. - Chlorure de sodium, chlorure d'ammonium. - Sulfate de cuivre. - Bêchers en pyrex, thermomètres, tube à essais. - Indigo, phénolphtaléine. - Tube en U et électrodes de graphite. - Générateur 6V à 12V. - Fils de connexion et pinces de crocodiles.	<u>SUPPORT DIDACTIQUE</u> - Schémas - Manuels d'élèves
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u> Collection AREX 2 ^{nde} C. Collection EURIN GIE 2 ^{nde} C.

PLAN DE LA LECON

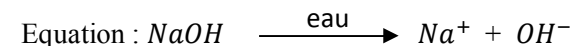
Moments didactiques/ durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	TRACE ECRITE
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	SOLUTIONS AQUEUSES IONIQUES
Développement	Situation d'apprentissage Questions/réponses	Lisez la situation		<p>1. <u>Solutions aqueuses ioniques</u></p> <p>1.1 <u>Définitions</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Solution aqueuse</u> Une solution aqueuse est le mélange obtenu en dissolvant dans l'eau (solvant) une substance (soluté) solide, liquide ou gazeuse. • <u>Solution aqueuse ionique</u> Une solution aqueuse ionique est une solution dont le solvant est l'eau et le soluté est un composé ionique.

1.2 Exemples de solutions aqueuses

- Solution aqueuse de chlorure de sodium (NaCl)
Solvant : l'eau soluté : chlorure de sodium



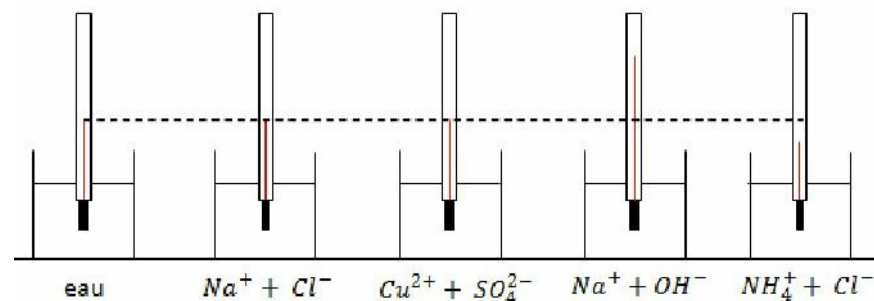
- Solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH)
Solvant : l'eau soluté : hydroxyde de sodium



2. Dislocation d'un composé ionique dans l'eau

2.1 Effet thermique de la dissolution

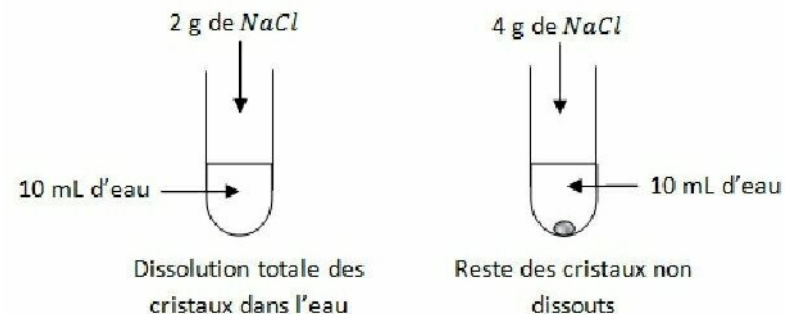
2.1.1 Expérience et observation



Corps dissout	$NaOH$	$NaCl$	NH_4Cl	$CuSO_4$
Température initiale de l'eau (T_i)	26°C	26°C	26°C	26°C
Température finale de la solution obtenue (T_f)	33°C	26°C	23°C	26°C
Variation de la température	+ 7°C	0°C	- 3°C	0°C

- Pour $NaCl$ et $CuSO_4$, il n'y a aucune variation de la température : la dissolution de ces deux solutés dans l'eau est **athermique**.
- Pour $NaOH$, il y a élévation de la température : la dissolution de l'hydroxyde de sodium dans l'eau est **exothermique**.
- Pour NH_4Cl , il y a abaissement de la température : la dissolution du chlorure

				<p>d'ammonium dans l'eau est endothermique.</p> <p>2.1.2 Interprétation de la dissolution Le phénomène de dissolution des composés ioniques se fait en trois étapes (fictives) :</p> <p>- <u>La dislocation du cristal ou du réseau cristallin</u> Elle se fait avec la rupture des liaisons ioniques dans le cristal pour donner naissance à des ions. Cette étape consomme de l'énergie : elle est endothermique.</p> <p>- <u>La dispersion des ions formés parmi les molécules d'eau</u> La dispersion des ions formés au milieu des molécules d'eau provoque l'affaiblissement des interactions entre ces molécules. Cette étape est, elle aussi endothermique.</p> <p>- <u>L'hydratation des ions</u> Cette étape correspond à la formation de liaisons entre les ions et les molécules d'eau. Elle se dégage de l'énergie : elle est exothermique.</p> <p>2.1.3 Conclusion Les étapes de la dissolution des composés ioniques dans l'eau se font simultanément.</p> <p>- Si l'énergie absorbée par la dislocation est plus importante que l'énergie libérée par l'hydratation ($E_d > E_h$), la dissolution est alors endothermique : cas du chlorure d'ammonium NH_4Cl.</p> <p>- Si l'énergie absorbée par la dislocation est plus faible que l'énergie libérée par l'hydratation ($E_d < E_h$), la dissolution est alors exothermique : cas de l'hydroxyde de sodium $NaOH$.</p> <p>- Si l'énergie absorbée par la dislocation est égale à l'énergie libérée par l'hydratation ($E_d = E_h$), la dissolution est athermique : cas du chlorure de sodium.</p> <p>2.2 Limite à la dissolution 2.2.1 <u>Expérience et observation</u></p>
--	--	--	--	---



2.2.2 Conclusion

Lorsqu'un corps n'est plus totalement dissout dans le solvant, la solution est dite **saturée**. Il existe donc une limite à la dissolution.

3. Solubilité d'un composé ionique

3.1 Définition

La solubilité d'un composé ionique ou soluté est la quantité maximale de soluté que l'on peut dissoudre dans un litre d'eau à une température donnée. Elle s'exprime en $g.L^{-1}$ ou $mol.L^{-1}$.

Remarque : La solubilité dépend de la température et de la pression.

A $25^{\circ}C$, la solubilité de :

- $NaCl$ est de $360 g.L^{-1}$
- $NaOH$ est de $920 g.L^{-1}$
- $AgNO_3$ est de $2278 g.L^{-1}$

3.2 Influence de la température de l'eau sur la solubilité : cas du $NaCl$

La solubilité de $NaCl$ en fonction de la température est inscrit dans le tableau suivant :

Température ($^{\circ}C$)	20	25	100
Solubilité ($g.L^{-1}$)	3165	360	390

La solubilité de $NaCl$ augmente avec la température.

4. Concentrations molaire et massique des constituants d'une solution

4.1 Concentration molaire

La concentration molaire notée C d'une espèce chimique en solution est égale au rapport de la quantité de matière n de cette espèce chimique par le volume V de

solution.

$$\text{mol.L}^{-1} \rightarrow \boxed{C = \frac{n}{V}} \leftarrow \begin{matrix} \text{mol} \\ \text{L} \end{matrix}$$

Pour un composé ionique, la concentration molaire se note aussi [].

Exemple : $[Cl^-]$; $[Na^+]$

4.2 Concentration massique

La concentration massique ρ d'une espèce chimique est égale au rapport de sa masse m par le volume V de solution.

$$\text{g.L}^{-1} \rightarrow \boxed{\rho = \frac{m}{V}} \leftarrow \begin{matrix} \text{g} \\ \text{L} \end{matrix}$$

4.3 Relation entre la concentration molaire et concentration volumique

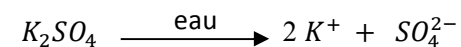
$$\rho = \frac{m}{V} \text{ or } m = n.M \Rightarrow \rho = \frac{n}{V} M \Rightarrow \boxed{\rho = C.M}$$

Activité d'application

On prépare 250 cm³ de solution en dissolvant dans l'eau 4,35 g de sulfate de potassium de formule K_2SO_4 .

- Détermine la concentration molaire de chacun des ions présents en solution.
- Détermine la concentration massique du soluté.

Réponse :



- Concentration molaire des ions présents.

$$[K^+] = \frac{n_{K^+}}{V} \text{ or } n_{K^+} = 2 n_{K_2SO_4} \Rightarrow [K^+] = \frac{2 n_{K_2SO_4}}{V} \text{ avec } n_{K_2SO_4} = \frac{m}{M}$$

$$\Rightarrow \boxed{[K^+] = \frac{2m}{MV}}$$

$$\text{AN} : [K^+] = \frac{2 \times 4,35}{174,3 \times 0,25}$$

$$[K^+] = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[SO_4^{2-}] = \frac{n_{SO_4^{2-}}}{V} \text{ or } n_{SO_4^{2-}} = n_{K_2SO_4} \Rightarrow [SO_4^{2-}] = \frac{n_{K_2SO_4}}{V} \text{ avec } n_{K_2SO_4} = \frac{m}{M}$$

$$\Rightarrow [SO_4^{2-}] = \frac{m}{M.V}$$

$$\text{AN: } [SO_4^{2-}] = \frac{4,35}{174,3 \times 0,25}$$

$$[SO_4^{2-}] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$$

4.4 Electroneutralité des solutions aqueuses ioniques

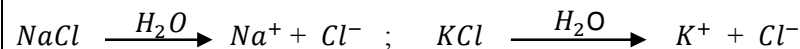
Une solution aqueuse contenant les ions A^{m+} , B^{n+} , C^{r-} et D^{u-} est électriquement neutre si : $m [A^{m+}] + n [B^{n+}] = r [C^{r-}] + u [D^{u-}]$

Activité d'application

Deux litres d'une solution aqueuse contiennent 17,55 g de $NaCl$ et 29,5 g de KCl

1. Calcule les concentrations molaires des différents ions présents dans la solution.
2. Vérifie l'électroneutralité de la solution.

Réponse :



Ions présents en solution : Na^+ ; K^+ ; Cl^-

1. Concentration molaire des ions

$$n(NaCl) = \frac{m}{M} = \frac{17,55}{58,5} = 0,3 \text{ mol} \quad \text{et} \quad n(KCl) = \frac{m}{M} = \frac{29,4}{74,5} = 0,39 \text{ mol}$$

$$[Na^+] = \frac{n(NaCl)}{V} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ mol.L}^{-1} ; \quad [K^+] = \frac{n(KCl)}{V} = \frac{0,39}{2} = 0,195 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n_T(Cl^-) = n(KCl) + n(NaCl) = 0,3 + 0,39 = 0,69 \text{ mol}$$

$$[Cl^-] = \frac{0,69}{2} = 0,345 \text{ mol.L}^{-1}.$$

				<p>2. Vérifions l'électroneutralité de la solution</p> $[Na^{+}] + [K^{+}] = 0,15 + 0,195 = 0,345 \text{ mol.L}^{-1}.$ $[Cl^{-}] = 0,345 \text{ mol.L}^{-1}$ $[Na^{+}] + [K^{+}] = [Cl^{-}]$ <p>Donc la solution est électriquement neutre.</p>
--	--	--	--	---