

Cours N° 8 :

*Le courant électrique continu***Introduction :**

Tous les appareils et les composants électriques qui nous entourent, fonctionnent avec un courant électrique.

- Qu'est-ce qu'un courant électrique ?
- Comment peut-on mesurer son intensité ?

**1. Phénomène d'électrisation - Deux types d'électricité :****Activité 1 :**

Frotter une règle plastique sur de la laine. L'approcher de petits morceaux de papier posés sur la table.

1. Qu'observe-t-on ?

Les bouts de papier sont attirés.

2. S'agit-il d'une action de contact ou d'une action à distance ?

Une action à distance.

3. S'agit-il d'une attraction ou d'une répulsion ?

Attraction.

4. Quel est le nom de ce phénomène ?

Ce phénomène est appelé électrisation par frottement.

**Conclusion :**

Certains corps (peigne, règle, stylo, ...), lorsqu'on les frotte, sont susceptibles de provoquer des phénomènes surprenants : ils deviennent capable d'attirer des petits corps légers on dit qu'ils sont **électrisés par frottement**.

Activité 2 :

1. On approche une baguette en verre frottée avec un morceau de laine à une baguette en ébonite frottée (figure 3). Que remarquez-vous ?

On remarque qu'il y a une **attraction** entre les baguettes de verre et d'ébonite frottées.

2. On approche deux baguettes en ébonite frottées l'une de l'autre (figure 4). Que remarquez-vous ?

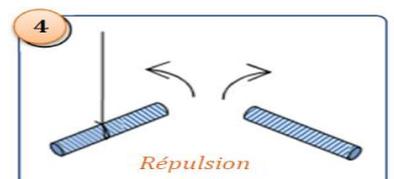
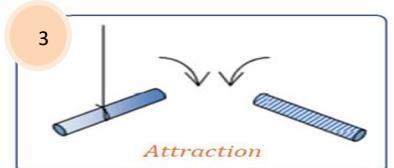
On remarque qu'il existe une **répulsion** entre les deux baguettes en ébonite frottées.

3. Conclure qu'il y avait deux types d'électricité.

L'attraction de la baguette en verre avec la baguette en ébonite indique qu'elles portent une électricité différente. Tandis que la répulsion les deux baguettes en ébonite indique qu'elles portent la même électricité.

4. Quand les interactions sont-elles attractives et quand sont-elles répulsives ?

Les interactions sont attractives entre les charges électriques différentes et les interactions sont répulsives entre les charges électriques du même type.

**Conclusion :**

Par convention, l'électricité qui apparaît sur le bâton de verre est de **l'électricité positive**, alors que celle qui apparaît sur le bâton d'ébonite frotté est de **l'électricité négative**.

Des charges électriques de **même signe se repoussent**. Des charges de **signes contraires s'attirent**.

L'électrisation par frottement résulte d'un transfert d'électrons d'un corps vers un autre.

- Un corps charge **positivement** possède un **défaut d'électrons**.
- Un corps charge **négativement** possède un **excès d'électrons**.



2. Nature du courant électrique :

1. Nature du courant dans les conducteurs métalliques :

Activité 3 :

on réalise le montage (le circuit) représenté ci-contre dont on associe en série un générateur G, une lampe L, un moteur M et un interrupteur K.

1. On ferme l'interrupteur **K**. Que remarquez-vous ? Que concluez-vous ?

Lorsqu'on ferme l'interrupteur **K**, la lampe brille (s'allume), le moteur tourne.

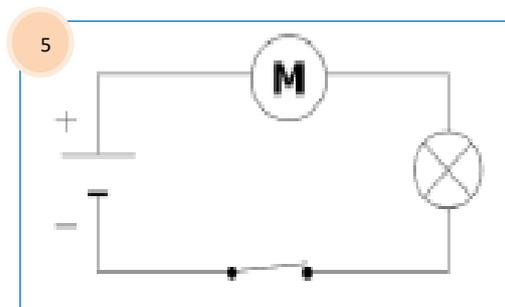
Ce qui indique le passage du **courant électrique** dans le circuit.

2. Quels sont les porteurs de charge (particules chargées) responsables du passage du courant électrique dans les métaux ?

Les porteurs de charges électriques dans les **métaux** sont des **électrons libres**.

3. Représenter sur le circuit électrique le sens conventionnel de courant électrique et le sens du mouvement de porteurs de charges électriques.

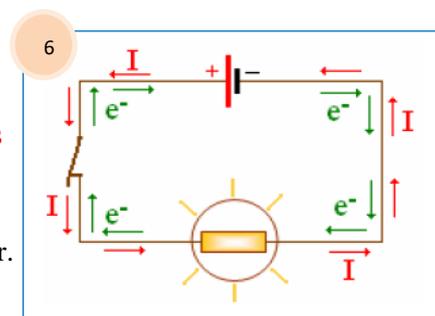
Voir le schéma.



Conclusion :

Par convention, le courant électrique se déplace **de la borne plus vers la borne moins** à l'extérieur du générateur.

Le courant électrique dans les conducteurs métalliques est dû à un déplacement des **électrons** qui circulent de la borne moins vers la borne plus à l'extérieur du générateur.



2. Nature du courant dans les électrolytes :

Activité 4 :

On met dans un tube de forme U un mélange de solution aqueuse de sulfate de cuivre II (Cu^{2+} , SO_4^{2-}) et la solution de permanganate de potassium (K^+ , MnO_4^-).

On émerge deux électrodes de graphite à chaque extrémité du tube et on les connecte à un générateur électrique comme l'indique la figure ci-contre.

Au bout d'une durée, on observe l'apparition d'une coloration violette à côté de l'anode (électrode associée au pôle positif du générateur) et la coloration bleue à côté de la cathode (électrode associée au pôle négatif du générateur).

1. Quelle est la couleur caractéristique des ions cuivre II : Cu^{2+} ?

Les ions Cu^{2+} sont caractérisés par la couleur **bleue**. (Les ions SO_4^{2-} sont incolores en solutions).

2. Quelle est la couleur caractéristique des ions permanganate : MnO_4^- ?

Les ions MnO_4^- sont caractérisés par la couleur **violette**. (Les ions K^+ sont incolores en solutions).

3. Déterminer l'espèce chimique qui s'est déplacée vers la cathode et l'espèce chimique qui s'est déplacée vers l'anode ?

- L'apparition de la couleur **bleu** à côté de la cathode indique que les ions Cu^{2+} sont déplacés vers la cathode.

- L'apparition de la couleur **violet** à côté de l'anode indique que les ions MnO_4^- sont déplacés vers l'anode.

4. Qu'est-ce qu'un électrolyte ?

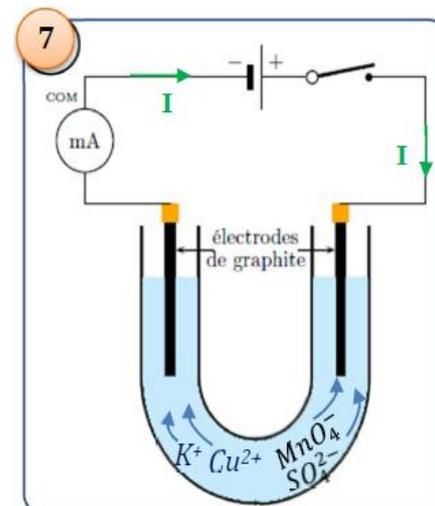
Un électrolyte est une solution ionique (elle contient des ions), elle conduit le courant électrique.

5. Quels sont les porteurs de charge responsables du passage du courant électrique dans les électrolytes ?

Les porteurs de charges électriques dans les **électrolytes** sont des **ions**.

6. Représenter sur le circuit électrique le sens conventionnel de courant électrique et le sens du mouvement de porteurs de charges électriques (électrons et ions).

Voir le schéma.

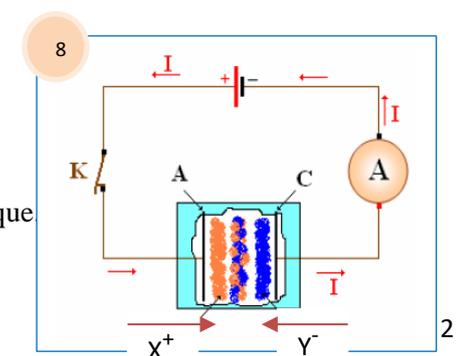


Conclusion :

Le courant électrique dans les conducteurs métalliques est dû à un déplacement **des ions (cations et anions)** :

- les **cations** (ions positifs) se déplacent dans le **sens** conventionnel du courant électrique

- les **anions** (ions négatifs) se déplacent en **sens inverse** du courant électrique.



3. Intensité du courant électrique continu :

1. Quantité d'électricité :

La quantité d'électricité Q est une quantité de charges électriques déplacées par des porteurs de charges (électrons, ions).

On définit la quantité d'électricité Q par la relation suivante :

$$\begin{cases} N : \text{nombre de porteurs de charges} \\ e : \text{charge élémentaire avec } e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\ \alpha : \text{nombre de charge élémentaire} \end{cases}$$

$$Q = N \cdot \alpha \cdot e$$

Dans le système international d'unités (S. I), Q est exprimée en **Coulomb (C)**.

Remarque :

- Si les porteurs de charges sont des électrons e^- : $\alpha = 1$; Alors : $Q = N \cdot e$

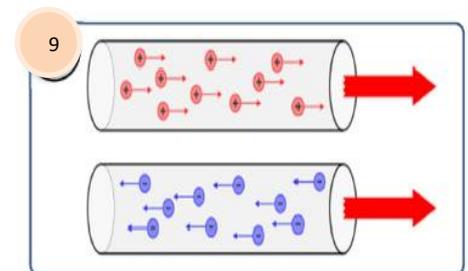
- Si les porteurs de charges sont des ions X^{a+} ou Y^{a-} : $\alpha = a$; Alors : $Q = N \cdot a \cdot e$ avec : $a \in \mathbb{N}^*$

2. Intensité du courant électrique continu :

L'intensité du courant électrique à travers un conducteur est la quantité d'électricité Q qui traverse la section du conducteur par unité de temps (seconde) :

$$\begin{cases} I : \text{Intensité du courant en (A)} \\ Q : \text{quantité d'électricité en (C)} \\ \Delta t : \text{durée de passage du courant en (S)} \end{cases}$$

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



Remarque : Le courant électrique est appelé **continu** s'il maintient **la même intensité** et le **même sens** avec le temps.

Application 1 :

Une quantité d'électricité $Q=2,4 \text{ C}$ passe en un point d'un fil en **12 secondes**.

1. Calculer le nombre d'électrons N passant à travers les fils pendant cette durée.

.....

.....

2. Calculer l'intensité du courant I qui circule dans le fil.

.....

.....

On donne : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Application 2 :

Dans une solution de chlorure de cuivre II on immergé 2 électrodes liées à un générateur de courant électrique continu d'intensité $I = 3,2 \text{ A}$.

1. Dessiner le montage électrique correspondant en représentant le sens de déplacement des porteurs de charges (les électrons et les ions).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Calculer N le nombre des ions de cuivre II Cu^{2+} et N' le nombre des ions chlorure Cl^- qui se sont déplacés pendant 2 minutes.

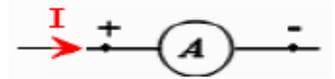
.....

.....

.....

4. Mesure de l'intensité du courant électrique :

L'intensité du courant électrique est mesurée à l'aide d'un appareil électrique appelé **Ampèremètre** symbolisé dans le circuit par :



L'ampèremètre c'est un appareil polarisé, il se branche en série dans le circuit électrique tel que le courant électrique entre du pôle A ou pôle (+) et sort du pôle COM ou pôle (-), pour que la valeur de l'intensité du courant soit positive.

On distingue deux types d'ampèremètres : **les ampèremètres à aiguille** et **les ampèremètres numériques** ou **multimètre**.

L'ampèremètre contient plusieurs calibres :

Pour éviter de détériorer l'ampèremètre, il faut choisir le meilleur calibre possible en procédant de la manière suivante :

- On commence par utiliser le calibre le plus grand existant sur l'ampèremètre.
- On choisit le calibre sur lequel l'aiguille s'arrête le plus loin possible vers la droite du cadran.

1. Ampèremètre à aiguille :

L'intensité du courant mesurée est donnée par la relation suivante :

$\left\{ \begin{array}{l} C : \text{le Calibre utilisé} \\ n : \text{Nombre de divisions (de gradations) indiqué par l'aiguille} \\ n_0 : \text{Nombre de gradations total du cadran (de l'échelle de lecture)} \end{array} \right.$

$$I = \frac{n \cdot C}{n_0}$$

- Incertitude absolue :

La mesure de l'intensité du courant électrique est accompagnée avec une incertitude absolue provoquée par l'appareil, il est déterminé par la relation suivante :

a : la classe de l'appareil. Elle est donnée par le fabricant dans un coin de l'appareil.

$$\Delta I = \frac{C \cdot a}{100}$$



La classe de l'appareil est donnée par le fabricant dans un coin de l'appareil.

L'intensité de du courant mesuré s'écrit : $I_m - \Delta I \leq I \leq I_m + \Delta I$ I_m : intensité mesurée du courant

Remarque : Si la classe de l'appareil est plus petite, alors l'appareil est plus précis.

- Incertitude relative ou précision de mesure :

Définie par le quotient : $\frac{\Delta I}{I}$

Elle représente la précision de mesure de cet appareil (plus qu'elle est petite plus que la précision de la mesure est grande).

Elle est donnée généralement sous forme d'un pourcentage %

Application 3 :

La figure ci-dessous représente l'image du port de l'ampèremètre.

1. Déterminer le calibre utilisé.

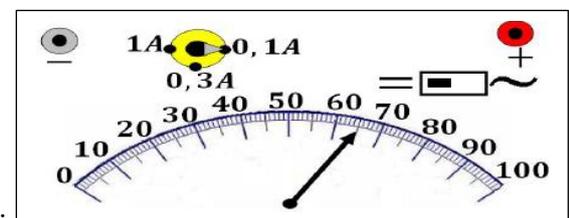
2. Déterminer la valeur de l'intensité.

3. Calculer la quantité d'électricité traversant une section du circuit pendant $\Delta t = 10 \text{ s}$.

4. Déduire le nombre d'électrons passant par cette section pendant cette durée.

5. Calculer l'incertitude absolue et encadrer l'intensité du courant.

6. Déduire la précision de mesure.



2. Ampèremètre numérique :

L'ampèremètre numérique (ou multimètre) donne directement la valeur de l'intensité de courant électrique sur l'écran.

- Incertitude absolue :

Déterminée par la relation suivante :

$$\Delta I = \frac{I_m}{100} + 1UR$$

Où : I_m représente la valeur indiquée par l'appareil numérique (intensité mesurée du courant).

: $1UR$: représente incertitude absolue égale à 1 au dernier chiffre significatif de la valeur I_m

(Par exemple : si $I_m = 1.6 \text{ A}$: $1UR = 0,1\text{A}$; si $I_m = 1.64 \text{ A}$: $1UR = 0,01\text{A}$)



- Incertitude relative ou précision de mesure :

est $\frac{\Delta I}{I}$ qui représente la précision de mesure de cet appareil.

5. Propriétés du courant électrique :

1. Propriétés du courant électrique dans un circuit en série :

Activité 5 :

On réalise le circuit en série suivant avec deux lampes différentes et on mesure l'intensité du courant en plusieurs points du circuit, et on obtient :

Résultats : $I_1 = 780,1 \text{ mA}$, $I_2 = 780,2 \text{ mA}$, $I_3 = 780,1 \text{ mA}$

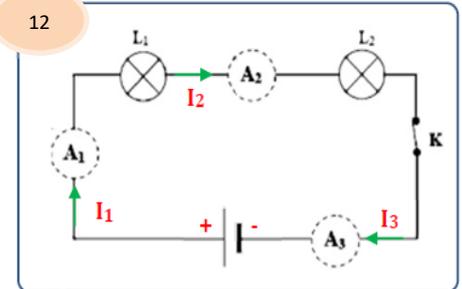
1. Que remarquez-vous ?

On remarque que : $I_1 = I_2 = I_3$

2. Que concluez-vous ?

L'ampèremètre indique la même valeur d'intensité quelle que soit sa position, alors l'intensité du courant est la même en tous les points d'un circuit en série.

12



Conclusion :

Dans un circuit électrique en série, l'intensité du courant électrique est la même en tous points.

2. Propriétés du courant électrique dans un circuit en parallèle - Loi des nœuds :

On réalise le circuit électrique en parallèle suivant, composé de : Générateur G, Lampe 1, Lampe 2, interrupteur K et trois ampèremètres et on mesure l'intensité du courant électrique dans les différentes branches du circuit, et on obtient :

Résultats : $I_1 = 780 \text{ mA}$, $I_2 = 364 \text{ mA}$, $I_3 = 416 \text{ mA}$

1. Que représentent les points A et B ?

Les points A et B sont des nœuds.

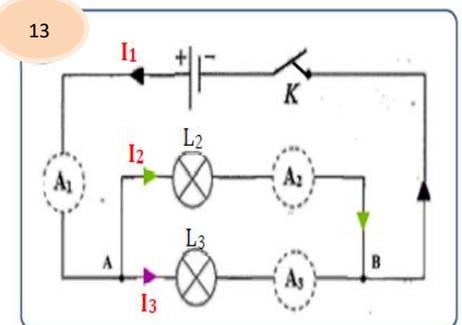
2. Que remarquez-vous ?

On remarque que : $I_1 = I_2 + I_3$

3. Que concluez-vous ?

L'intensité du courant électrique qui entre par le nœud A est égale à la somme des intensités des courants qui sortent de ce nœud. C'est la loi des nœuds.

13



Conclusion :

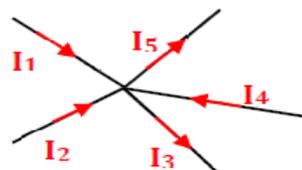
- Un nœud : est un point de connexion qui relie au moins trois fils électriques.

- La loi des nœuds : La somme des intensités des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des courants qui en repartent :

$$\sum I_{\text{Entrants}} = \sum I_{\text{Sortants}}$$

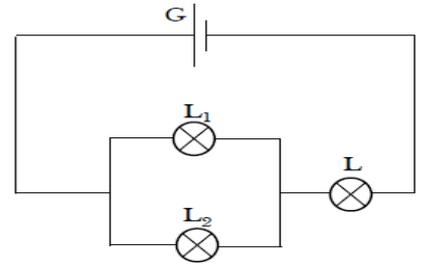
Exemple :

$$I_1 + I_2 + I_4 = I_3 + I_5$$



Application 4 :

On considère le circuit de la figure ci-contre :



1. Préciser sur la figure :

- Le sens des électrons ainsi que le sens conventionnel du courant électrique dans chaque branche.
- Le montage des ampèremètres permettant la mesure des intensités de courant traversant L_1 , L_2 et L .

2. Le cadran de chaque ampèremètre contient 100 divisions et sont tous utilisés avec le même calibre 1A.

- L'aiguille de l'ampèremètre mesurant l'intensité I du courant électrique traversant L indique 85div.
- L'aiguille de l'ampèremètre mesurant l'intensité I_1 du courant électrique traversant L_1 indique 68div.

a. Calculer I et I_1 .

.....

.....

.....

b. En déduire l'intensité I_2 du courant qui traverse L_2 .

.....

.....

c. Quel est le nombre de divisions indiqué par l'ampèremètre mesurant I_2 .

.....

.....

Application 5 :

On considère le circuit de la figure ci-contre :

1. Sachant que la quantité d'électricité Q qui traverse la section du fil AF pendant une minute est $Q = 30 \text{ C}$.

a. Calculer le nombre d'électrons qui traverse cette section pendant la même durée.

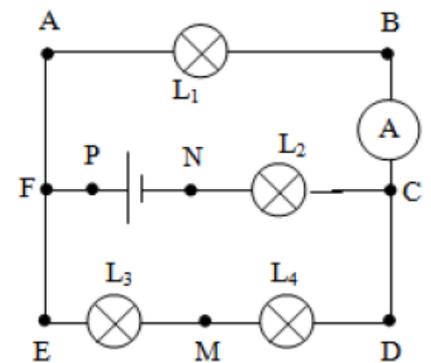
.....

.....

b. En déduire la valeur de l'intensité du courant I_1 qui traverse la lampe L_1 .

.....

.....



2. L'ampèremètre A comporte 100 divisions et possède les calibres suivant : 5 A ; 1 A ; 300 mA ; 100 mA.

a. Quel est le calibre le plus adapté pour la mesure de l'intensité I_1 ?

.....

.....

b. Devant quelle division l'aiguille de l'ampèremètre s'arrête-t-elle ?

.....

.....

3. L'intensité débité par le générateur est $I = 0,8 \text{ A}$.

a. Quels sont les points qui sont considérés comme des nœuds ?

.....

.....

b. Indiquer le sens du courant dans chaque branche.

c. Déterminer les valeurs des intensités qui traversent les lampes L_2 , L_3 et L_4 .

.....

.....