

Chapitre P₅ : Electrification par frottement, le courant électrique

Activités préparatoires

1. Recherche documentaire

Thème : Faire des recherches portant sur :

l'éclair, la foudre, la structure de l'atome, l'ion, l'électron, l'électrification, l'électricité, le courant électrique....

Lexique : Faire des recherches sur le vocabulaire spécifique de :

électrification par frottement, transfert d'électrons, charge élémentaire, électrostatique, conducteur et isolant électriques, intensité du courant électrique...

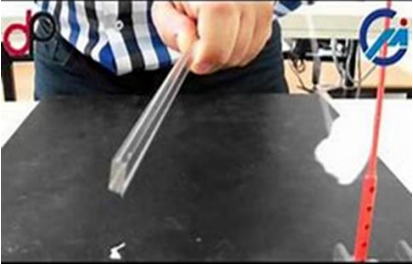
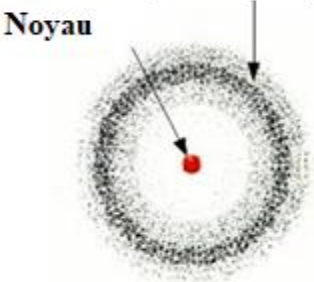


2. Travail personnel :

✓ Faire des recherches, dans l'environnement, des objets que l'on classera en deux catégories :

- objets pouvant conduire le courant électrique ;
- objets ne pouvant pas conduire le courant électrique.

✓ Chercher des réponses aux questions suivantes :

- pourquoi certains corps frottés attirent-ils d'autres plus légers ?
- Comment expliquer que certains matériaux conduisent-ils le courant électrique et d'autres non ?

 <p style="text-align: center;">Nuage électronique</p>  <p style="text-align: center;">Le risque d'électrification</p>  	<p style="text-align: center;">Objectifs spécifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interpréter le phénomène d'électrification. - Citer les deux espèces d'électricité. - Citer quelques conducteurs et isolants électriques. - Interpréter la nature du courant électrique. - Citer quelques électrolytes. - Utiliser les relations : $I = \frac{q}{t}$, $q = ne$ <p style="text-align: center;">Prérequis</p> <p>Ion, atome, circuit électrique, dipôles, effets du courant électrique, sens conventionnel du courant, électrolyse et interaction.</p>
--	--

Texte introductif

On sait depuis l'antiquité que certains corps frottés attiraient sur la partie frottée quelques objets légers tels que des brindilles de pailles légères.

On rapporte que Thalès faisait observer que de petits objets légers tels que des brindilles de pailles, des fragments de plumes étaient attirés par de l'ambre jaune (substance utilisée à l'antiquité en bijouterie) frotté.

Adhésion par frottement d'une feuille de papier sur un revêtement plastifié, légère décharge électrique ressentie en échangeant une poignée de mains par temps sec sont de nos jours observables ou constatés.

Tous ces phénomènes cités sont associés à l'adjectif électrique.

Le mot électricité vient du grec « elektos » qui signifie ambre et l'adjectif électrique a été introduit par l'anglais **WILLIAM GILBERT** à la fin du 16^e siècle.

Comment pouvons-nous expliquer ces différents phénomènes et les lier à la notion de courant électrique ?

Situations problèmes

Des cheveux longs peignés en temps sec se dressent. Par temps sec lorsqu'on porte des habits en matière synthétique ils adhèrent à la peau. Lorsqu'on se dévêt de ces habits, on entend de petits crépitements ou on voit même de petites étincelles dans l'obscurité.

On peut noter aussi une sensation de picotement à la main lorsqu'on l'approche d'un écran de téléviseur et des éclairs dans les nuages lors des orages.

Comment peut-on expliquer de tels phénomènes ?

Existe-t-il une grandeur physique liée à ces phénomènes pouvant les quantifier.

Cette grandeur aurait-elle une unité ? Si oui laquelle dans le SI ?



L'électricité produite dans les centrales électriques est acheminée vers les milieux d'utilisation. Le courant électrique ainsi créé permet l'éclairage public, le rechargement des portables, l'exhaure de l'eau dans les forages et puits, le fonctionnement des appareils électroménagers, l'électrolyse etc.

Comment interpréter ce mouvement de porteurs de charges électriques ?

Quelle est la grandeur physique liée à ce déplacement ?



Contenus

A. Electrification - Charges électriques – Conducteur et isolant électriques

I. Electrification par frottement

I.1 Phénomène d'électrification

Activité 1

Expérience

Nous disposons sur une table quelques morceaux de papier légers ainsi que des objets tels que : bâtons de verre, d'ébonite, stylo et règle en plastique, peigne en plastique pour cheveux, brindilles de paille légères et tissus en laine et en synthétique.

Expérience 1 :

- ✓ Frottons le bâton de verre contre la laine.
- ✓ Approchons la partie frottée du bâton des morceaux de papier ou des brindilles.
- ✓ Reconnaissons l'expérience avec le stylo, le peigne et le bâton d'ébonite.

Qu'observons-nous ?

Expérience 2

- ✓ Approchons la partie préalablement frottée de la règle en matière plastique contre le tissu de laine d'un mince filet d'eau d'un robinet.

Qu'observons-nous ?

- ✓ Frottons un morceau de tissu synthétique contre la peau. Que remarquons-nous ?
- ✓ Par temps sec, en portant des vêtements synthétiques ; que constatons-nous ? Pourquoi ?

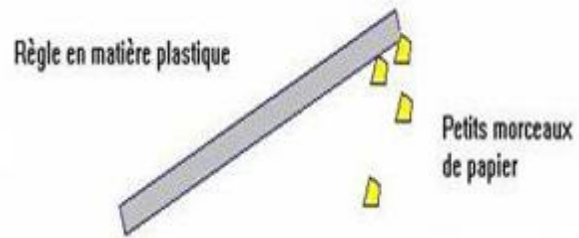


Figure 1 : attraction des objets légers.

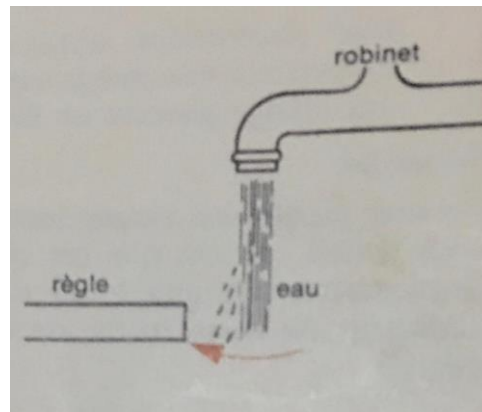


Figure 2 : déviation du mince filet d'eau

Observation

- La partie frottée du bâton de verre, du bâton d'ébonite, du stylo ou du peigne attire les petits morceaux de papier.
- Le filet d'eau est dévié vers la partie frottée de la règle.
- Par temps sec, en portant des vêtements synthétiques, on constate qu'ils collent à la peau.

Interprétation

- **Structure de l'atome**

Les corps sont à structure atomique, moléculaire ou ionique. Autrement dit la matière est faite à partir d'atomes.

L'atome est formé d'un noyau chargé positivement autour duquel gravitent des électrons chargés négativement. Il y a autant de charges positives que de charges négatives : l'atome est électriquement neutre.

- **Electrisation par frottement**

Dans l'expérience 1, avant le frottement, le bâton de verre et la laine sont électriquement neutres.

En les frottant l'un contre l'autre, on agit sur les atomes situés à la surface du verre et de la laine. La laine arrache des électrons aux atomes périphériques du verre, elle possède alors un excès d'électrons : elle est chargée négativement.

Le bâton de verre présente alors un défaut d'électrons : il est chargé positivement.

On dit que ces corps sont électrisés par frottement.

Ils possèdent la propriété d'attirer d'autres corps légers.

Dans l'expérience 2, la règle électrisée après frottement attire ainsi le filet d'eau.

L'électrisation par frottement est un transfert d'électrons entre corps frottés.

Conclusion

Certains corps frottés acquièrent la propriété d'attirer d'autres corps légers. On dit qu'ils sont électrisés.

Ce qu'il faut retenir

- ☞ L'électrisation par frottement est le phénomène électrostatique qui se produit lorsqu'une substance acquiert ou perd des électrons quand elle est frottée.
- ☞ Un corps chargé négativement a un excès d'électrons tandis qu'un corps chargé positivement a un défaut d'électrons.
- ☞ L'électrisation par frottement est donc un simple transfert d'électrons.

Remarque : Les phénomènes d'électrisation par frottement sont observables dans la vie de tous les jours.

La série triboélectrique

↓	Peau humaine sèche
	Fourrure de lapin
	Verre quart
	Nylon
	Laine
	Fourrure de chat
	Soie
	Aluminium
	Papier
	Coton
	Acier
	Bois
	Ambre
	Cuivre
	Argent
	Or
	Platine
	Polystyrène
	Cellophane
	PVC (plastique)
	Silicone
	Téflon
	Ébonite
↓	Caoutchouc de silicone

La flèche indique le sens de transfert d'électrons quand deux corps de cette liste sont frottés l'un contre l'autre. Par exemple si on frotte un bâton d'ébonite contre du polystyrène ; le polystyrène cède des électrons au bâton d'ébonite qui devient chargé négativement. « En terme mnémotechnique la substance d'en haut fait tomber des électrons sur la substance d'en bas ». (Classe de seconde)

I.2 Les deux espèces d'électricité

Activité 2

Expérience

Nous disposons de deux bâtons en verre, deux bâtons en ébonite, du nylon, de la laine et d'un support avec un fil en nylon.

- ✓ Frottons deux bâtons de verre contre de la laine puis rapprochons-les (figure 1).

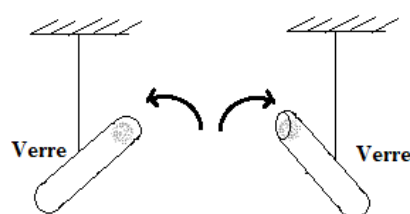
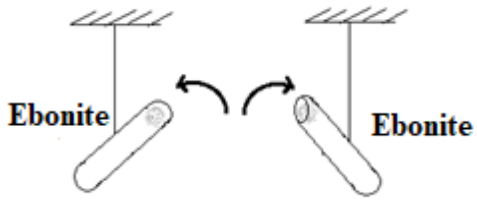
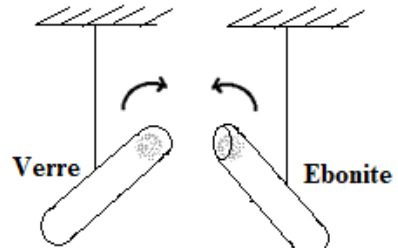


Figure 1 : Répulsion

<p>✓ Frottons deux bâtons d'ébonite contre du nylon puis approchons les deux parties frottées (figure 2).</p> <p>✓ Frottons un bâton d'ébonite contre du nylon et un bâton de verre contre la laine puis approchons les deux parties frottées des deux bâtons (figure 3).</p> <p>Qu'observons-nous ?</p>	 <p>Figure 2 : Répulsion</p>  <p>Figure 3 : Attraction</p>
--	--

Observation

A l'approche des deux parties frottées :

- Les deux bâtons de même nature se repoussent (figures 1 et 2).
- Les deux bâtons de natures différentes s'attirent (figure 3).

Interprétation

- Les deux bâtons de même nature frottés avec la même substance portent une électricité de même nature. Les deux électricités apparues respectivement sur le verre et l'ébonite ne sont pas de la même nature.
- Deux corps chargés d'électricité de même nature se repoussent tandis que deux corps chargés d'électricité de nature différente s'attirent.

Par convention, l'électricité qui apparaît sur le verre est appelée électricité positive et l'électricité qui apparaît sur l'ébonite est appelée électricité négative.

Conclusion

- L'expérience a montré qu'il existe deux types d'électricité et par convention l'électricité qui apparaît sur le verre est dite électricité positive et l'électricité qui apparaît sur l'ébonite est dite électricité négative.
- Deux corps portant des charges de même signe se repoussent alors que deux corps portant des charges de signes contraires s'attirent.

II. La charge électrique

Un atome est constitué d'un noyau chargé d'électricité positive et d'électrons chargés d'électricité négative

L'électricité est l'ensemble des charges électriques. La charge électrique portée par un corps notée q est une grandeur physique mesurable dont l'unité est le coulomb (C).

La charge q du porteur, pouvant être positive ($+q$) ou négative ($-q$) est un multiple de la charge élémentaire (e) avec $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$. La quantité d'électricité est $q = ne$ (n est un nombre entier naturel).

Ce qu'il faut retenir

Phénomènes d'électrisation

Atome - Electron - Charges électriques.

- ☞ Tout corps contient à la fois des charges positives et des charges négatives.
- ☞ Les charges négatives sont portées par des particules très petites et identiques appelées électrons.
- ☞ L'unité de quantité d'électricité (charges électriques) est le coulomb de symbole C.
- ☞ La charge élémentaire est $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.
- ☞ L'électron porte une charge élémentaire négative : $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.

La charge électrique q portée par un corps est un multiple entier de la charge élémentaire ; on peut alors écrire $q = \pm ne$ où n est un entier naturel.

Les deux espèces d'électricité

- ☞ Il existe deux sortes d'électricité. Par convention :
 - L'électricité positive est portée par du verre frotté avec de la laine ;
 - L'électricité négative est portée par de l'ébonite frottée avec une peau de chat.
- ☞ Deux corps électrisés mis en présence :
 - se repoussent si leurs charges sont de même signe ;
 - s'attirent si leurs charges sont de signes contraires.

III. Conducteur et isolant électriques

III.1 Notions d'isolant et conducteur électriques

Sur certains corps, les charges électriques produites à la surface frottée restent localisées.

Elles ne peuvent pas se déplacer : on dit que ces corps sont des isolants électriques.

Sur d'autres corps, les charges électriques produites à la surface frottée se répartissent dans tout le volume du corps frotté. Elles peuvent se déplacer dans tout le corps : on dit que ces corps sont des conducteurs électriques.

Exemples : métaux, graphite, ...

III.2 Définition et exemples

- Un conducteur électrique permet le déplacement des charges électriques.

Exemples : métaux, graphite, ...

- Un isolant électrique ne permet pas le déplacement des charges électriques.

Exemples : verre, ébonite, matières plastiques, bois, caoutchouc, ...

Remarque

On ne peut pas observer le phénomène d'électrisation avec les conducteurs car les charges produites par frottement sont libres et peuvent se déplacer dans tout le volume du conducteur et même dans toute substance conductrice en contact avec le conducteur frotté.

B. Le courant électrique

I. Nature et sens du courant électrique

Activité 3

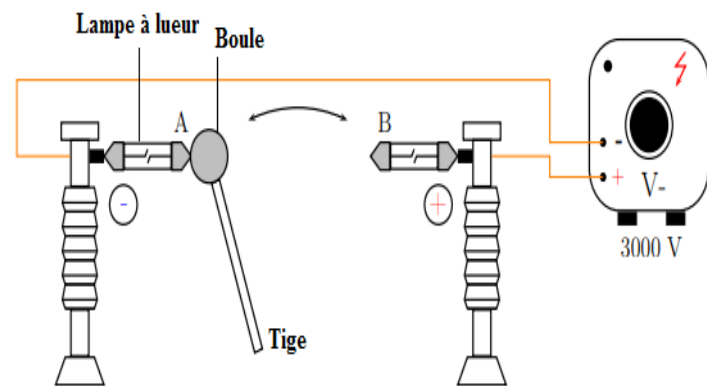
1.1. Nature du courant électrique dans un conducteur solide

Expérience 1

Nous disposons de deux lampes à lueur, d'une tige isolante munie d'une boule métallique, de deux potences et d'une source de tension.

- ✓ Réalisons le montage de la figure ci-contre.
- ✓ Mettons en contact la boule métallique portée par la tige isolante, successivement avec les bornes A et B.
- ✓ Relions les bornes A et B par un fil métallique.

Que constatons-nous ?



Observation

- A chaque contact, les lampes à lueur s'allument brièvement.
- Lorsqu'on relie les bornes A et B par un fil métallique, les deux lampes restent allumées en permanence.

Interprétation

- En amenant la boule en contact avec A, elle capte des électrons provenant du pôle négatif du générateur. En contactant alors la borne B, la boule cède ses électrons dans l'autre partie du circuit. Ces électrons sont ensuite retirés du circuit à travers la borne positive du générateur. A chaque contact, un courant électrique circule : c'est l'effet lumineux dans les lampes à lueur.
- Dans les fils métalliques d'un circuit électrique fermé circulent des porteurs de charge appelés électrons libres.

Conclusion

Ces électrons libres portent des charges négatives qu'ils transportent du pôle négatif de l'alimentation vers le pôle positif. Ce mouvement d'ensemble des électrons libres constitue le courant électrique dans les solides.

1.2. Conduction des solutions électrolytiques

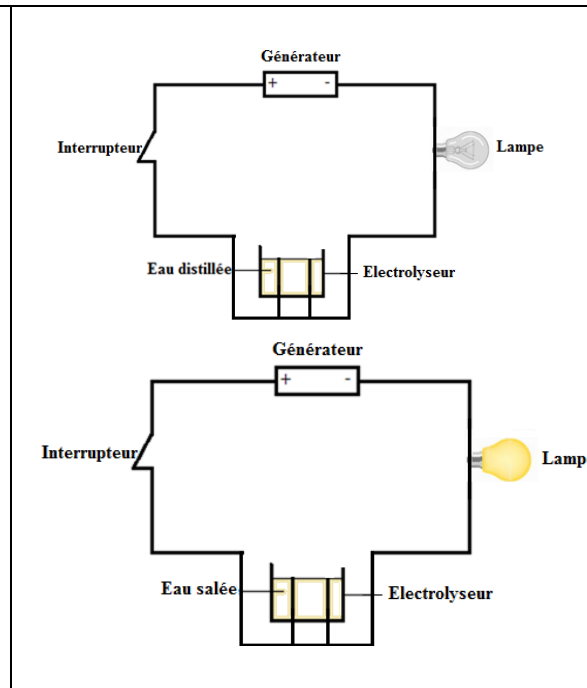
Activité 4

Expérience 2

Nous disposons d'une lampe, d'un générateur, d'un électrolyseur, de l'eau distillée, de l'eau salée et d'un interrupteur.

- ✓ Réalisons un circuit électrique comportant un électrolyseur, un générateur, une lampe, un interrupteur et des fils de connexion.
- ✓ Versons de l'eau distillée dans l'électrolyseur.
- ✓ Versons une solution d'eau salée dans l'électrolyseur.
- ✓ Ajoutons une, deux à trois spatules de sel peu à peu en agitant doucement à chaque fois la solution salée contenue dans l'électrolyseur.

Qu'observe-t-on au niveau de la lampe dans chaque cas ?

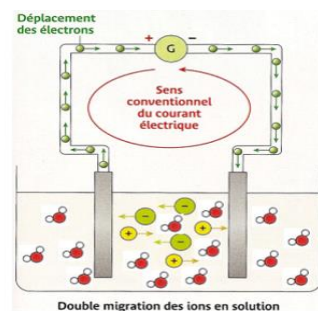
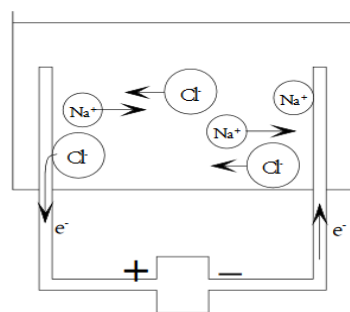


Observation

- La lampe ne s'allume pas dans le premier cas.
- La lampe s'allume dans le deuxième cas.
- L'éclat de la lampe augmente davantage avec l'ajout du sel.

Interprétation

- L'eau distillée ne conduit pas le courant électrique.
- En solution le chlorure de sodium NaCl (sel de cuisine) libère ses ions Na^+ et Cl^- qui portent des charges électriques. Les ions Cl^- se déplacent vers la borne positive du générateur tandis que les ions Na^+ se déplacent vers la borne négative. Dans un circuit électrique fermé contenant un électrolyte, les porteurs de charge dans la solution sont des ions.
- La lampe brille davantage avec l'augmentation des porteurs de charges (quantité d'électricité transportée).



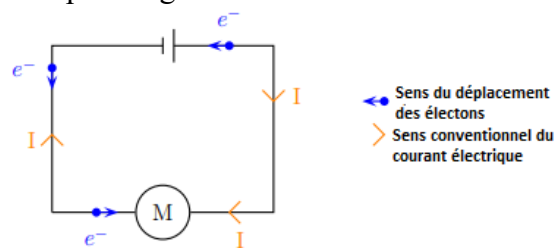
Conclusion

Ces ions portent des charges négatives et positives qu'ils transportent vers les électrodes de l'électrolyseur (pôles). Ces mouvements simultanés et inverses des ions constituent le courant électrique dans les électrolytes.

1.3. Sens conventionnel du courant électrique

Historiquement, au début de l'étude de la conduction de l'électricité, les scientifiques ont pensé que les particules qui se déplaçaient dans les métaux étaient chargées positivement et ont défini en conséquence un sens du courant comme étant le sens de déplacement des charges positives. Plus tard on a mis en évidence que ce sont très majoritairement les électrons, particules chargées négativement, qui se déplacent dans les métaux et qui permettent la circulation du courant électrique. Depuis, on a maintenu le sens initial comme sens conventionnel.

Le sens conventionnel du courant électrique est tel qu'il sort du pôle positif de la source de courant et qu'il rentre par son pôle négatif.



II. Intensité du courant électrique

Lorsque le nombre de porteurs de charge qui traversent une section d'un conducteur en une seconde est élevé, on dit que le courant est intense. En revanche, si pendant le même temps, moins de porteurs de charge circulent à travers cette section, le courant est plus faible.

Plus la charge électrique transportée par seconde à travers une section donnée d'un conducteur est grande, plus le courant est intense.

II.1 Définition

L'intensité d'un courant constant est la quantité d'électricité qui traverse une section droite du fil pendant l'unité de temps.

II.2 Expression

Soit q la quantité d'électricité traversant une section droite d'un conducteur pendant un temps t , l'expression de l'intensité I du courant est :

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

Dans le système international, q s'exprime en coulomb (C), t en seconde (s) et I en ampère (A).

Remarques

- **Autre unité de quantité d'électricité**

Comme $I = \frac{q}{t}$ alors on a : $q = It$. Si I s'exprime en ampère (A) et t en heures, alors la quantité d'électricité s'exprimera en **ampère-heure** de symbole **Ah**. Et on a :

$$1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$$

- **Autre formule de l'intensité**

Si les porteurs de charge sont des électrons et n est leur nombre qui traverse la section droite du conducteur, on a :

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

Ce qu'il faut retenir

- ☞ Le courant électrique est un déplacement d'ensemble de porteurs de charges électriques.
- ☞ Dans un conducteur solide, les porteurs de charge sont des électrons.
- ☞ Dans un électrolyte, les porteurs de charge sont des ions.
- ☞ A l'extérieur du générateur, le sens conventionnel du courant électrique est de la borne positive à la borne négative. Ce sens est celui du mouvement des porteurs de charge positive.
- ☞ A l'extérieur du générateur, le sens réel du courant dans les conducteurs solides est celui du mouvement des électrons.
- ☞ L'intensité d'un courant constant est la quantité d'électricité qui traverse une section droite du circuit pendant l'unité de temps :

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

- ☞ Plus la charge électrique transportée par seconde à travers une section droite d'un conducteur est grande, plus le courant est intense.

Document

Une étape de l'évolution historique du concept de courant électrique

À partir de 1746, l'américain Benjamin Franklin, imprimeur journaliste, déjà très engagé dans la vie publique, s'intéresse aux expériences électriques menées sur le vieux continent. Dès 1747, il reproduit et affine les expériences d'attraction et de répulsion et avance en 1750 une théorie capable de les interpréter. Dans cette théorie, dite du fluide unique, apparaît, d'une part l'idée fondamentale que le fluide électrique ne naît pas de rien : «il se trouve [initialement] dans la matière » ; d'autre part, au cours du frottement, c'est le transfert de ce fluide d'un corps à l'autre qui provoque d'un côté excès, de l'autre déficit, rendant ainsi les deux corps chargés de façon opposée. Benjamin Franklin introduit ainsi le concept de charge électrique. Pratiquement jusqu'à la fin du XIXe siècle, la théorie des deux fluides et celle du fluide unique vont coexister, sans qu'il soit possible de trancher. Benjamin Franklin s'intéresse également, dès 1746, au pouvoir des pointes : les objets pointus peuvent produire des décharges (c'est-à-dire émettre ou recevoir le fluide électrique) plus aisément que les objets arrondis. À la suite de ces travaux, il propose en 1749 une expérience destinée à vérifier, au moyen d'une longue tige effilée, que les nuages d'orages sont effectivement électrisés ; une variante de l'expérience consiste à relier la tige de fer à la terre. Ainsi, on réalise une protection contre la foudre : le paratonnerre est né.

Exercices

Contrôle des acquis

Exercice 1 : Complète les phrases suivantes :

L'électrisation par est un transfert

Lorsqu'on frotte un les charges électriques produites peuvent se déplacer, tandis que dans un les charges sont localisées là où elles apparaissent.

Exercice 2 : Coche la case correspondant à la bonne réponse :

2.1. On met en contact deux corps portant des charges électriques opposées ($q' = -q$). La charge totale q_t des deux corps est :

Nulla positive Négative

2.2. Lors de l'électrisation par frottement d'un bâton de verre avec une peau de chat, le bâton de verre :

arrache des électrons à la peau de chat

cède des électrons à la peau de chat

n'arrache ni ne cède des électrons.

Exercice 3 :

3.1. Combien de sortes d'électricité existe-t-il ? Lesquelles ?

3.2. Le bâton d'ébonite frotté avec une peau de chat se charge d'électricité négative. Lequel du bâton d'ébonite ou de la peau de chat arrache des électrons à l'autre ?

Application

Exercice 4 : On dispose de quatre bâtons électrisés A, B, C et D. A repousse B, B attire C, C attire D. Sachant que le bâton D a un déficit d'électrons, précise la nature de la charge de chacun des bâtons A, B, C et D.

Exercice 5 : La charge d'un électron est : $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

5.1. Calcule la charge portée par un corps ayant un excédent de $6 \cdot 10^{23}$ électrons.

5.2. Combien d'électrons faut-il pour avoir une charge $q = -1 \text{ C}$?

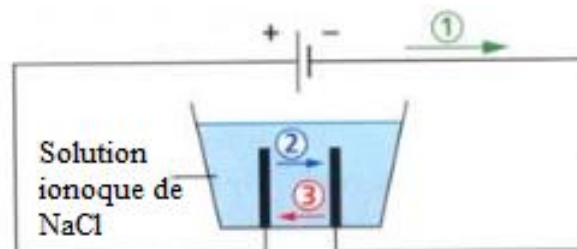
Exercice 6 : La charge électrique totale du noyau d'un atome est $+57,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Sachant que chaque particule chargée du noyau porte une charge élémentaire $+e$:

6.1. Quel est le nombre de particules chargées dans le noyau de cet atome ?

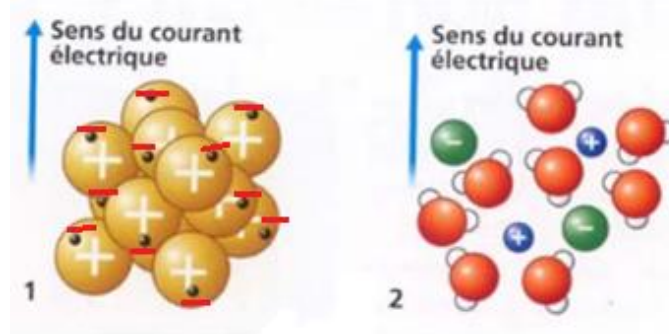
6.2. Quelle est la charge électrique totale portée par tous les électrons de l'atome ?

Exercice 7 : Complète le schéma en remplaçant les légendes 1, 2 et 3 par les porteurs de charges correspondants.



Exercice 8

Observe les représentations microscopiques ci-dessous :



8.1. Indique celle qui correspond à un métal et celle qui correspond à une solution ionique. Justifie ta réponse.

8.2. Explique dans les deux cas pourquoi un courant électrique peut s'établir.

8.3. Indique le sens de déplacement de chaque porteur de charge mobile.

Exercice 9

A- Une règle en plastique est frottée énergiquement avec un tissu en coton.

Une charge électrique $q = -4 \cdot 10^{-12} \text{ C}$ s'est localisée dans la zone de frottement.

A.1. La règle a-t-elle gagné ou perdu des électrons ?

A.2. Trouve le nombre d'électrons gagnés ou perdus.

B- Une quantité d'électricité $q = 1800 \text{ C}$ traverse un circuit pendant une durée $t = 3$ minutes.

B.1. Quelle est la valeur de l'intensité I qui passe dans ce circuit.

B.2. Trouve le nombre d'électrons qui traversent le circuit par seconde.

Exercice 10

10.1. Calcule la valeur de l'intensité d'un courant électrique correspondant au déplacement de $6 \cdot 10^{20}$ électrons en une minute à travers une section droite d'un conducteur.

10.2. Combien d'électrons ont traversé la section droite du conducteur métallique en une heure si l'intensité du courant électrique I est de 1 A ?

Exercice 11 : Un courant continu dans un conducteur métallique a une intensité $I = 50 \text{ mA}$.

11.1. Calcule le temps mis par ce courant pour transporter une quantité d'électricité de $3,2 \text{ C}$?

11.2. En déduire le nombre d'électrons.

Exercice 12 : La pile d'une montre électronique s'use en libérant une quantité d'électricité de 187 C . La pile débite un courant électrique d'intensité $I = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mA}$. On suppose que la montre fonctionne de façon continue.

12.1.

12.2. Calcule la quantité d'électricité en Ah puis en C débitée par la pile pendant un jour.

12.3. Calcule, en jours puis en années, la durée de fonctionnement de la pile.

On donne $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$.

Exercice 13 : Une batterie d'accumulateur en se déchargeant complètement libère une quantité d'électricité $q = 3,98 \cdot 10^5 \text{ C}$.

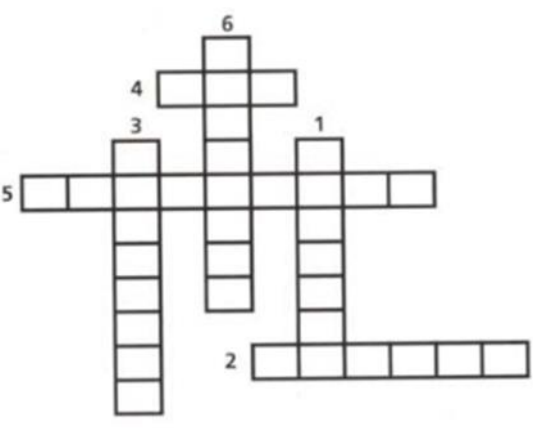
13.1. Donne cette quantité d'électricité en ampères-heures.

13.2. La batterie fournit un courant d'intensité $I = 4 \text{ A}$ au cours de son utilisation.

Calcule la quantité d'électricité en Ah débitée par la batterie pendant 1h d'utilisation.

13.3. Au bout de quelle durée la batterie sera-t-elle complètement déchargée ?

Exercice 14 : Recopie et complète la grille.

	<ol style="list-style-type: none">1. Une telle solution conduit le courant électrique.2. Ils forment une familles de matériaux conducteurs.3. Adjectif qualifiant les ions qui ont le même sens de circulation que les électrons dans le courant électrique.4. Espèce chimique chargée responsable du courant électrique dans une solution.5. Ces particules peuvent facilement se déplacer dans les métaux.6. De tels ions peuvent se déplacer dans le sens conventionnel du courant électrique.
---	--

Situations d'intégration

Paratonnerre ou Parafoudre ?

La foudre et les éclairs sont des phénomènes d'électrisation naturels. L'orage se déclenche souvent pendant l'hivernage, quand l'air est chaud et humide. Il se forme de gros nuages : les cumulonimbus dont le sommet est très élevé.

A cette altitude, les gouttelettes d'eau peuvent se transformer en cristaux de glace qui retombent vers la base du nuage. Les particules descendantes s'électrisent alors sous l'effet du frottement de l'air chaud. Les nuages présentent ainsi des zones chargées positivement et des zones chargées négativement.

Si deux corps électrisés portent des charges opposées suffisamment grandes, l'attraction est telle, entre ces charges, qu'il peut se produire une décharge électrique. Des charges passent d'un corps à l'autre à travers l'air qui les sépare : il y a émission d'une lumière.

Ce phénomène se produit lors d'un orage. On observe des décharges entre deux nuages : ce sont les éclairs, et parfois des décharges entre le sol et les nuages : c'est le phénomène de la foudre. La foudre atteint de préférence les objets les plus pointus : cime des arbres, poteaux, tours, antennes de télévisions, etc. Lors d'un orage il faut éviter de se trouver à côté de tels objets. Pour protéger les installations (domestiques, antennes, usines, etc.) on utilise cette attirance vers les objets pointus en installant un paratonnerre. C'est une grosse tige métallique dressée sur le toit de l'installation et reliée à la terre par un conducteur. Son rôle est d'acheminer les charges électriques vers la terre.

Enfin on entend, lors d'un orage, un roulement caractéristique : le tonnerre. C'est le bruit produit par les vibrations des couches d'air comprimées et chauffées par le passage de l'éclair. Après avoir lu attentivement le texte, réponds aux questions suivantes :

1. Comment apparaissent les charges électriques dans les nuages ?
2. Rappelle les interactions entre charges électriques. En vous appuyant sur ces interactions, explique le phénomène de l'éclair.
3. Quelle différence existe-t-il entre l'éclair et la foudre ?
4. Où la foudre « tombe » -t- elle de façon privilégiée ? Pourquoi ?
5. Qu'est-ce que le tonnerre ?

6. Recherche le nom de l'inventeur du paratonnerre. Penses-tu que le nom de cet appareil ait été bien choisi ? Si non propose un nom plus approprié.

7. Est-il prudent pour être à l'abri de la pluie par violent orage de se mettre sous un arbre isolé ? Explique.

Coup de pouce : voir cours sur l'électrisation par frottement, recherche sur internet.