



Initiation à l'électricité statique

Animation scientifique en école fondamentale

Table des Matières

Fiches élèves



Feuille de route



Synthèse de l'animation



Fiches d'exploitation

- Expérience - Une séparation difficile
- Expérience - Petit éclair pour mini coup de foudre
- Exercice - Zoom sur le vocabulaire / Calculons



Fiches d'exploration

- Exercice - Sauve qui peut
- Expérience - Bien à l'abri dans sa voiture
- Fiche infos - Deux applications au quotidien

Fiches photocopiables avec corrigés

Fiches professeur



Info Prof'



Corrigés des fiches élèves



Bibliographie du dossier



L'électricité statique

Dans quelle(s) situation(s) as-tu déjà ressenti une décharge électrique?

.....
.....

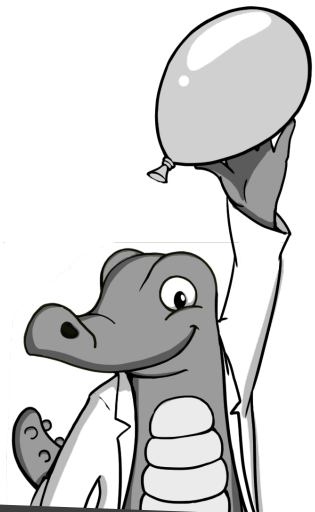
A toi de jouer !

a) Frotte un ballon sur tes cheveux. Ensuite, soulève-le lentement.

Décris ce que tu observes et dessine les cheveux du personnage illustré

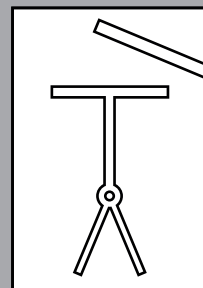
.....
.....
.....

b) A l'aide de 2 ficelles de longueur identique, suspends à une paille 2 ballons de même taille. Frotte avec un chiffon les faces des ballons qui se 'regardent'. Réalise au verso le schéma de tes observations.



Frotte un ballon dans tes cheveux et approche-le de la boule en aluminium de l'électroscope.

Que se passe-t-il ?



On a pu observer en réalisant ces expériences 2 moyens de charger le corps en électricité statique :
en ou en

Ces charges ajoutées ou enlevées à un corps sont appelées

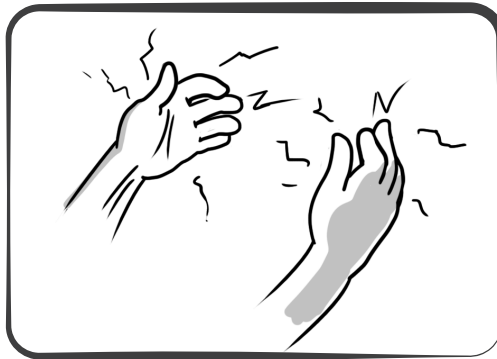
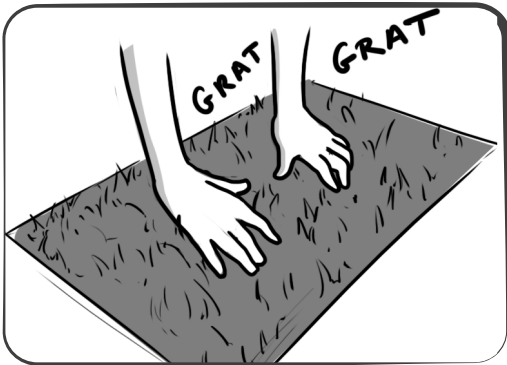


L'électricité statique

1 On peut charger un corps en électricité statique en ou en

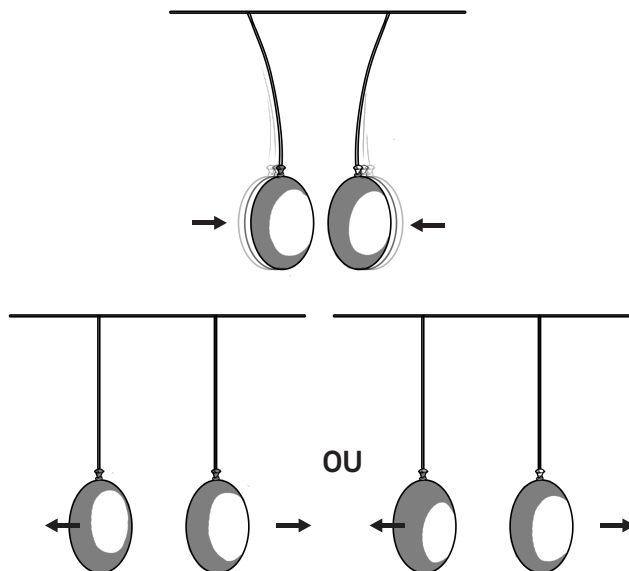
On enlève ou on ajoute alors des charges électriques appelées

Un corps chargé négativement (-) a des électrons. Un corps chargé positivement (+) en a



2

Lorsque deux objets possèdent des charges identiques, ils se repoussent.
 A l'inverse, s'ils sont chargés différemment, ils s'attirent.
 Indique à l'intérieur de chacun des ballons la charge qu'il porte au moyen de + ou de - .





L'électricité statique

Une séparation difficile

En dressant les tables, un cuisinier maladroit renverse les salières et les poivrières. Comment doit-il s'y prendre pour séparer le sel du poivre? Regarde le matériel dont il dispose dans sa cuisine et propose-lui une solution. Teste ton idée. Fonctionne-t-elle?



Ma solution:

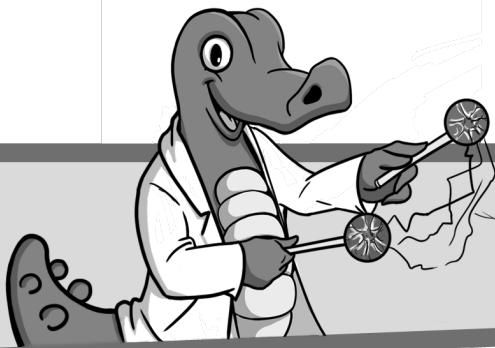
.....

.....

.....

.....

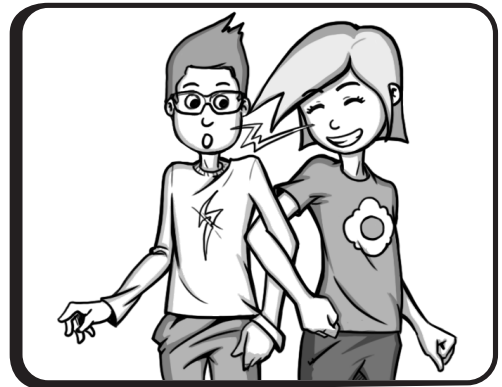
.....



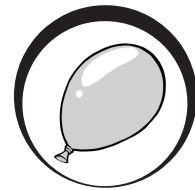
L'électricité statique

Petit éclair pour mini coup de foudre

Un phénomène étrange se produit depuis quelques semaines. A chaque fois qu' Emma embrasse Gaston, elle ressent une décharge électrique. Serait-ce le coup de foudre? Sa grande sœur, amusée, voit une autre explication: les nouvelles lunettes métalliques que porte Gaston!



Construis, toi aussi, ta machine à mini coups de foudre. Pour ce faire, suis les instructions ci-dessous:



1

Prépare le matériel suivant:

- un ballon de baudruche
- une pelle à tarte métallique
- une belle chevelure touffue

2

Gonfle un ballon de baudruche et frotte-le énergiquement sur tes cheveux pendant trente secondes.

P.S.: Plus tes cheveux seront longs, meilleur sera le résultat.

3

Tiens le ballon en main en veillant à ce qu'il ne touche aucun autre objet.

Approche la pelle à tarte à moins d'un centimètre du ballon.

Tu entends alors

Recommence dans le noir et tu verras

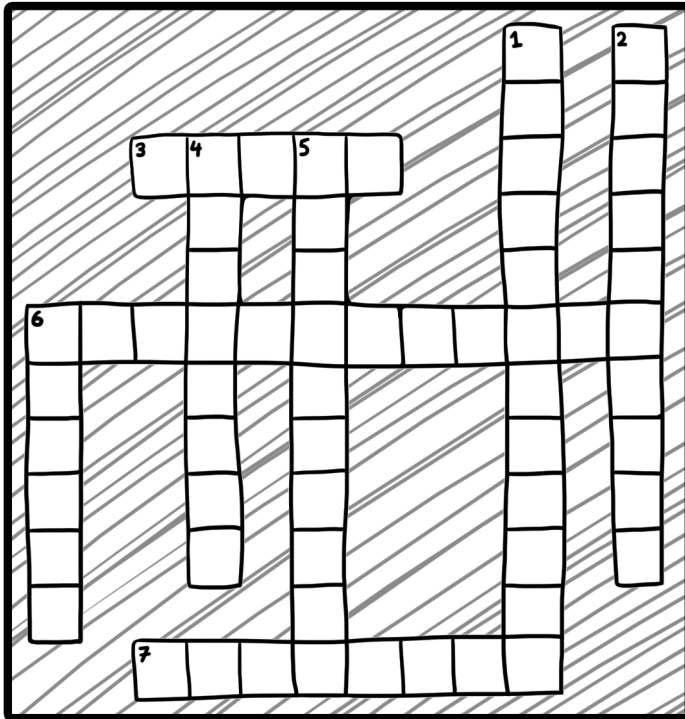


L'électricité statique



Zoom sur le vocabulaire

Complète la grille de mots fléchés ci-après. Tu peux t'aider du dictionnaire.



Horizontalement

3. Matière qui attire la foudre.
6. Instrument permettant de voir si un corps est chargé d'électricité statique.
7. Bruit qui se fait entendre lors d'un orage.

Verticalement

1. Tige métallique placée sur les toits et reliée au sol. Elle permet d'éviter les incendies dus à la foudre.
2. Méthode permettant de charger un objet en électricité statique.
4. Particule responsable des phénomènes d'électricité statique.
5. Comportement de deux charges de signes contraires (+ et -).
6. Éclat de lumière vive traduisant une décharge électrique.

Calculons

Comment calculer la distance à laquelle se trouve un orage ?

La lumière se déplace à la vitesse fantastique de 300 000 km/s. La lumière nous parvient donc à peine l'éclair produit.

Mais le son, plus lent que la lumière, se déplace à 337 m/s, soit 1 million de fois plus lentement. Grâce à cette différence, il nous est possible de connaître la distance à laquelle l'orage se situe. Pour cela, il faut diviser par 3 le temps écoulé entre l'éclair et le tonnerre, ce qui donne approximativement la distance en kilomètre.

1. Anna aperçoit un éclair et compte 21 « crocodiles » (=secondes) avant d'entendre le tonnerre. A quelle distance d'Anna se trouve l'orage?
2. Zoé entend à la radio qu'un orage s'est déclaré à 2km de chez elle. Jusqu'à combien Zoé devra-t-elle compter pour entendre le tonnerre après avoir vu un éclair?



L'électricité statique



Sauve qui peut!

Un violent orage éclate dans un petit village de vacances.

Les phrases ci-dessous décrivent les occupations des habitants du village.

Repère les activités qui présentent un risque, en coloriant en rouge le rond placé en début de ligne.

1 Une jeune femme s'abrite dans sa voiture.

2 Le directeur de l'hôtel téléphone pour appeler un taxi.

3 Le jardinier range ses outils.

4 Un jeune garçon achève de prendre sa douche.

5 Un touriste termine son parcours de golf.

6 La femme de chambre passe le balai.

7 Un alpiniste atteint le sommet de la montagne.

8 Une petite fille ouvre son parapluie.

9 Un vacancier navigue sur son voilier.

10 Des promeneurs se mettent à l'abri sous un arbre.

11 Le facteur se déplace à vélo sur un chemin isolé.





L'électricité statique

Bien à l'abri dans sa voiture

Pourquoi est-on à l'abri de la foudre lorsqu'on est dans sa voiture?

Pour répondre à cette question, réutilisons l'électroscope construit avec Cap sciences



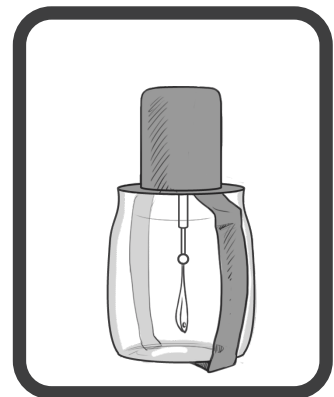
il te faut

- L'électroscope construit avec Cap sciences
- Un capuchon cylindrique d'une bouteille de produit de nettoyage (type 'Ajax' - dimensions approximatives : hauteur 5,5 cm, diamètre 3 cm)
- Une bande de papier aluminium de 30 cm sur 15 cm
- Une latte et une paire de ciseaux



Recouvre le capuchon de papier aluminium. Accroche de part et d'autre du capuchon deux longues bandes de papier aluminium (elles doivent toucher la table sur laquelle repose ton électroscope)

Place le capuchon au-dessus de la tige de ton électroscope et rabats les bandes de chaque côté de la bouteille en verre.



Que se passe-t-il?

.....

.....

.....

.....

.....



Objectifs de l'animation

- Comprendre l'origine de phénomènes électrostatiques de la vie courante.
- Comprendre la formation des orages et connaître les règles de sécurité à observer lorsqu'ils surviennent.
- Savoir schématiser le déplacement des charges sur un corps à l'approche d'un autre corps chargé en électricité statique. (Electroscope)

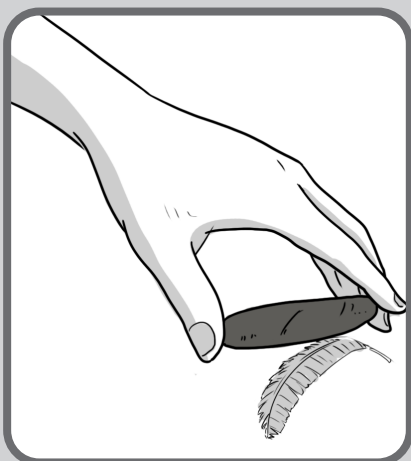
En savoir plus

1. Les phénomènes électrostatiques

Qui en sortant de voiture n'a pas ressenti une décharge électrique? Qui n'a pas constaté à quel point l'écran d'un poste de télévision est un piège à poussière ?

Qui n'a pas vu un jour ses cheveux se dresser à l'approche d'un peigne ? Qui n'a jamais entendu crépiter en enlevant son pull-over ?

A l'Antiquité déjà ces phénomènes avaient attiré l'attention. Au VI^{ème} siècle av.J.-C., les Grecs constatent fortuitement, en tentant d'enlever la poussière sur divers bibelots et bijoux, que plus ceux-ci sont frottés avec le tissu à épousseter, plus ils ont l'étrange propriété d'attirer la poussière!



En particulier, Thalès de Milet constate que ce phénomène est particulièrement important avec l'ambre, qui une fois frotté, est capable d'attirer de nombreux corps légers. Pour expliquer ce phénomène, il attribue à l'ambre une mystérieuse propriété qu'il nomme « électricité » (le mot grec ηλεκτρον – electrôn – signifiant simplement ambre).

Toutes ces expériences quotidiennes ont ceci en commun : il s'agit de phénomènes électrostatiques. En apparence banales, ces expériences ne peuvent s'interpréter qu'en s'intéressant à la structure de la matière...

2. La matière et ses charges.

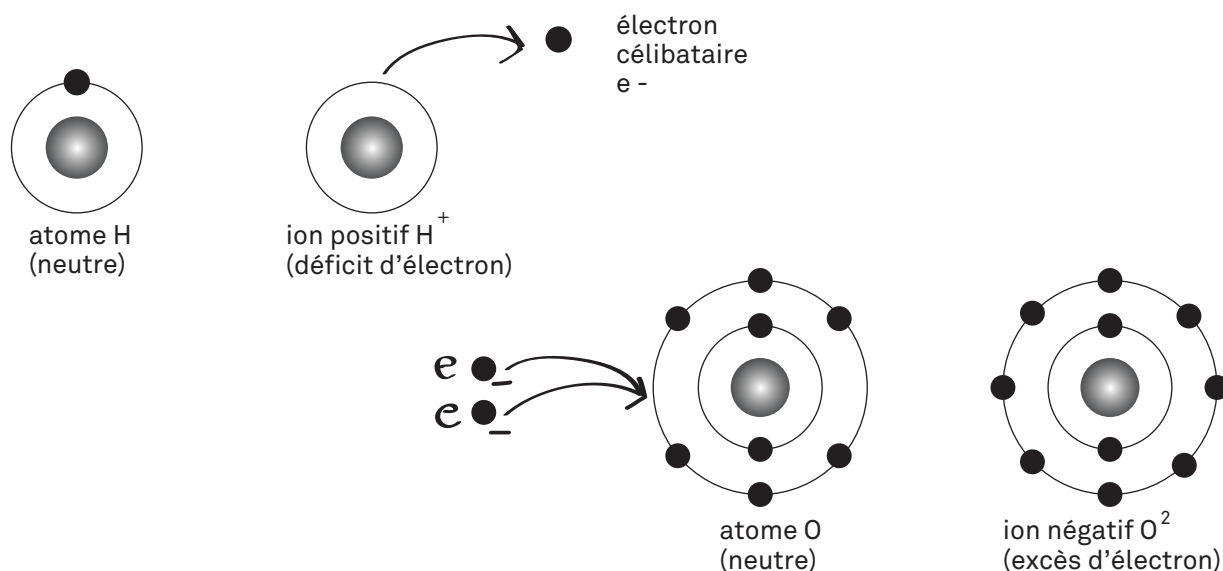
La matière est formée d'atomes. Ceux-ci se composent:

- d'un noyau qui contient des charges positives (protons) et des charges neutres (neutrons)
- d'électrons (chargés négativement) qui se répartissent autour du noyau.

Dans l'atome, les protons et les électrons sont présents en même quantité. Les charges s'équilibrent et l'atome est neutre.

Lorsqu'un atome, électriquement neutre, perd ou gagne des électrons, on l'appelle alors ion. S'il gagne des électrons, il se charge négativement (-) : c'est un anion. En revanche, s'il perd des électrons, il se charge positivement (+) : c'est un cation.

Si on frotte un ballon de baudruche sur des cheveux secs, on le charge négativement, car il capte des électrons des cheveux. Les cheveux qui ont perdu des électrons sont alors chargés positivement.



3. Pourquoi un corps chargé positivement n'a-t-il pas gagné des protons?

Lors des phénomènes électrostatiques, seuls les électrons entrent en jeu. Ils sont gagnés ou perdus par la matière.

Les électrons sont maintenus au sein de l'atome par des forces que l'on peut facilement vaincre. Par simple frottement, on parvient à arracher les électrons les plus éloignés du noyau de l'atome. Par contre, pour briser le noyau d'un atome, il faut une quantité d'énergie considérable. On réalise alors une réaction nucléaire.

4. Comment savoir si un corps est chargé positivement ou négativement?

Pour cela, il est nécessaire d'utiliser une liste, appelée « série (ou liste) triboélectrique ». Cette dernière indique quelle matière sera négative (excès d'électrons) ou positive (déficit d'électron) après une électrisation par frottement.



	++	Air
		Main
		Verre
		Mica
		Cheveux humains
CHARGE POSITIVE		Polyamide
		Laine
		Plomb
		Aluminium
		Papier
		Coton sec
	+	Acier
RÉFÉRENCE 0		Bois
		Nickel, cuivre, argent
	-	Or, platine
CHARGE NÉGATIVE		Polyacrylique
		Polyester
		Polyéthylène
		Polyuréthane
		Polychlorure de vinyle (PVC)
		Silicium
	--	Polytétrafluoroéthylène

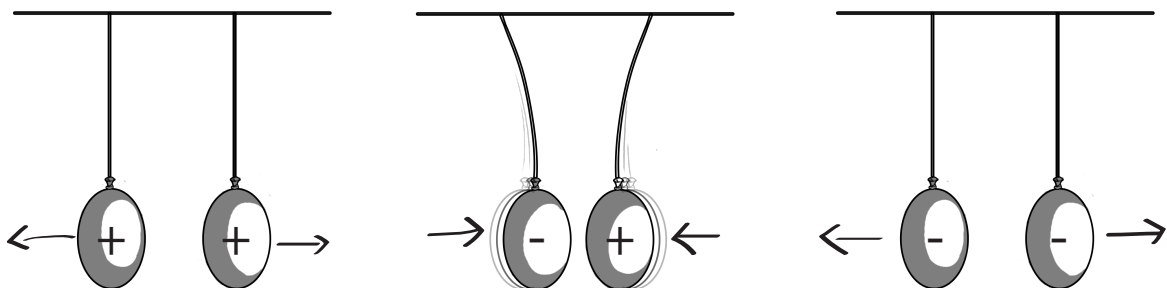
Source Autoliv

Liste triboélectrique de quelques corps courants

5. Le comportement des particules électrisées.

Deux particules électrisées en présence s'attirent ou se repoussent :

- Une charge négative repousse une autre charge négative.
- Une charge positive repousse une autre charge positive.
- Une charge négative et une charge positive s'attirent.



6. Isolants et conducteurs.

L'isolant ne laisse pas passer le courant électrique, et donc, les charges ne peuvent pas se déplacer.

Le conducteur permet aux charges de se déplacer.

Cette coupure isolants/conducteurs n'est pas absolue. Un isolant peut devenir conducteur pourvu qu'on dépense suffisamment d'énergie pour arracher des électrons: une différence de 30 000 volts entre deux électrodes séparées d'un centimètre dans l'air sec produit une étincelle: l'air est devenu conducteur...

7. L'électrisation de la matière.

• *Électrisation par frottement.*

C'est la façon la plus simple de procéder. On peut arracher ou fournir des électrons à certains matériaux isolants par simple frottement mécanique.

On a des isolants chargés négativement (ou positivement) selon qu'on leur a apporté (ou enlevé) des électrons.

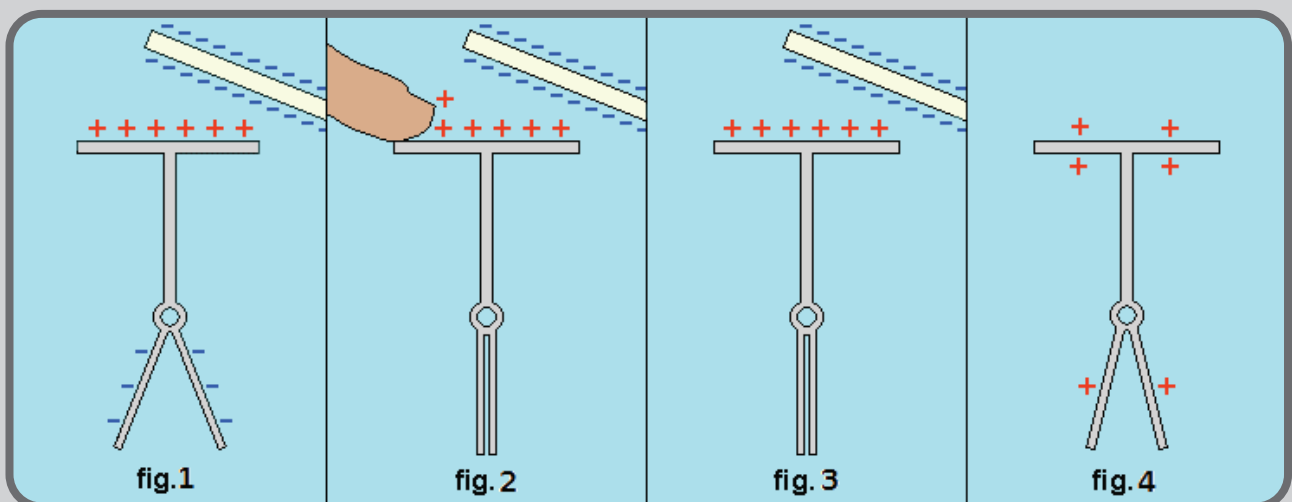
• *Électrisation par contact.*

Un conducteur mis au contact des charges d'un isolant chargé (positivement ou négativement) en prend une partie: il est alors chargé avec le même signe.

Il est intéressant de noter ici que les charges ont tendance à s'accumuler dans les pointes (d'où la forme des paratonnerres).

• *Électrisation par influence.*

- La paille chargée négativement va attirer vers elle les charges positives de l'électroscope et en repousser les charges négatives. (figure 1).
- Nous évacuons maintenant les charges négatives en posant un doigt sur le plateau : elles vont rejoindre la Terre par notre corps conducteur. (figure 2).
- On retire le doigt, il ne reste alors que des charges positives sur le plateau. (figure 3)
- On éloigne alors la paille. Les charges se répartissent sur toute la surface de l'électroscope. Finalement, l'objet porte une charge positive. (figure 4).



Cette technique de charge est plus efficace que la charge par contact, d'où son utilisation par exemple dans l'expérience de l'étincelle avec le condensateur. Elle permet en plus d'obtenir un objet chargé de signe opposé à celui de la paille.



8. Quand il y a de l'électricité dans l'air : l'orage.

• Charge du nuage.

Les éclairs se produisent dans des nuages appelés les cumulonimbus. Ces nuages sont de grandes dimensions : la base se trouve à quelques centaines de mètres du sol, et leur sommet peut atteindre jusqu'à 11 km !

Depuis trois siècles, on connaît, grâce à Benjamin Franklin, la nature électrique des éclairs. Mais les mécanismes à l'origine de la tension qui se forme dans les nuages d'orage sont encore mal connus.

Ce dont les scientifiques sont sûrs, c'est que les cumulonimbus constituent d'énormes réservoirs de charges électriques. En revanche, les raisons de l'apparition de ces charges ne fait pas l'unanimité. Selon certains chercheurs, elles résultent des frottements que provoquent les importants déplacements d'air au sein d'un nuage entre les poussières, les gouttes d'eau et les cristaux qui le constituent. Pour d'autres, ce sont les changements d'état de l'eau (gaz, liquide ou solide) qui sont responsables de la création des charges électriques.

Une chose est certaine, dans la partie basse des cumulonimbus s'accumulent des charges négatives tandis qu'au sommet de ces nuages se regroupent des charges positives.



• Décharge.

La présence de particules négativement chargées à la base des nuages engendre au sol une accumulation de charges positives (car les charges de signes opposés s'attirent). Ainsi une tension se crée entre les deux électrodes géantes que constituent la terre ferme et la partie basse du nuage. La couche d'air qui les sépare est loin d'être un isolant parfait. Ainsi, lorsque l'attraction entre les charges devient trop forte, quelques charges négatives prennent le chemin de la terre. Elles constituent ce que l'on appelle le « traceur descendant ». Au sol, des charges positives viennent à leur rencontre en s'accumulant sur des points élevés (comme la cime d'un arbre). Lorsque le traceur descendant est suffisamment proche un « traceur ascendant » se crée. À ce stade, rien n'est visible à l'œil nu. Mais quand les deux traceurs se rencontrent, ils établissent un pont conducteur entre la terre et le ciel. Un intense courant électrique emprunte le canal ainsi formé, produisant une violente illumination : la foudre frappe. La décharge peut avoir lieu à l'intérieur même du nuage, entre deux nuages, ou entre le sol et le nuage.

• Éclair et tonnerre.

La lumière voyage très vite jusqu'à l'observateur. Le son, lui, ne se déplace qu'à 337 mètres par seconde. Il est dû au fait que le long du canal ionisé, la température peut monter jusqu'à 30 000 °C, ce qui provoque une brusque détente de l'air.

Pour connaître la distance entre le point d'impact et vous, il faut compter le temps en secondes que le son a mis pour vous parvenir, puis le diviser par 3 (car il faut 3 secondes au son pour parcourir 1 km). Vous obtenez alors la distance en km.

9. Des applications dans la vie courante.

La peinture électrostatique

Lorsqu'on peint un objet au pistolet, la peinture projetée est formée de gouttes microscopiques. Un petit nombre de ces gouttes atteint l'objet à peindre, les autres se dispersent dans l'atmosphère ce qui entraîne pollution et gaspillage.

Pour éviter cet inconvénient on électrise la peinture et l'objet. Si la peinture est électrisée négativement, l'objet sera électrisé positivement. Comme les charges opposées s'attirent, les gouttelettes de peinture sont attirées par l'objet et s'y déposent en une fine couche.



La photocopie

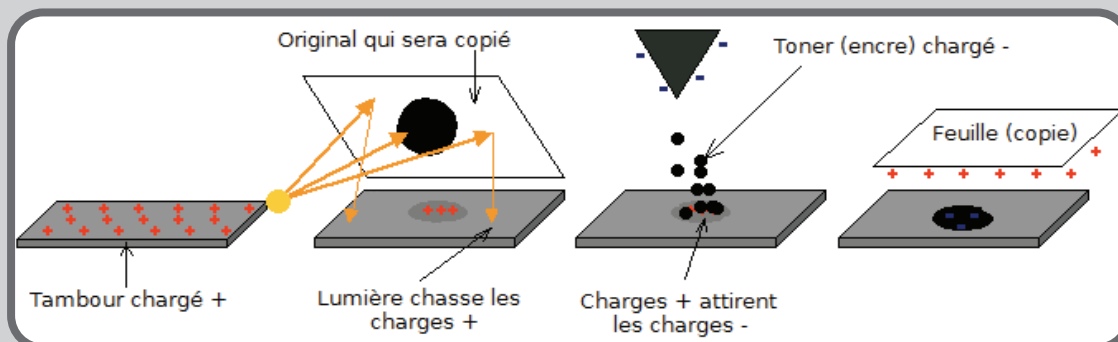
1. La photocopieuse est constituée d'un cylindre métallique nommé tambour. La première opération consiste à charger positivement ce tambour.

2. Ensuite l'image à reproduire est éclairée. Les parties noires de la feuille absorbent la lumière. Par contre, les parties blanches rejettent la lumière vers le tambour.

3. Lorsque la lumière éclaire le tambour, elle enlève les charges positives à cet endroit. Il n'y a donc plus de charges positives sur les parties qui correspondent au blanc de la feuille.

4. L'étape suivante consiste à appliquer le toner : une poudre chargée négativement en électricité. Celle-ci ne va se déposer que sur les zones du tambour qui sont encore chargées positivement (zones sombres de l'image).

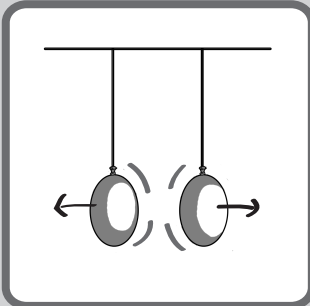
5. On fait ensuite passer une feuille de papier contre le tambour. Puis la feuille est chauffée pour fixer définitivement la poudre. Celle-ci fond et s'incruste dans les fibres du papier.





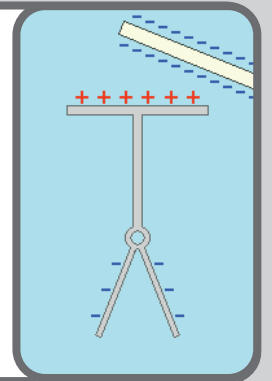
Feuille de route

1. Selon les témoignages des élèves.
2. a) Les cheveux sont attirés par le ballon chargé en électricité statique et se dressent sur la tête de l'élève.



- b) Deux ballons identiques frottés avec la même matière se repoussent.

Les charges négatives de la paille repoussent les charges négatives de la boule en aluminium jusqu'aux 2 lamelles en aluminium.
Les feuilles sont alors toutes deux chargées négativement et s'écartent l'une de l'autre.



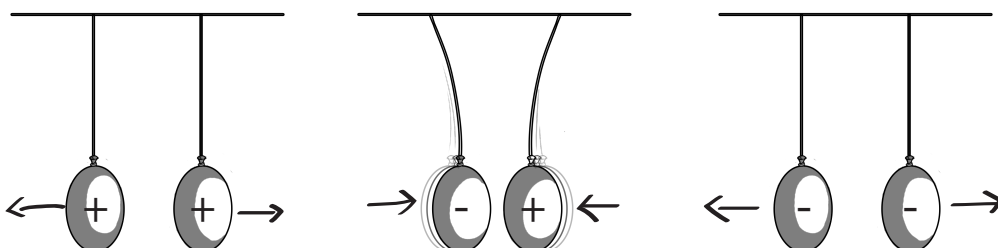
On a pu observer en réalisant ces expériences 2 moyens de charger un corps en électricité statique : en le **frottant** ou en le **touchant**.

Ces charges ajoutées ou enlevées à un corps sont appelées **électrons**.



Synthèse

- On peut charger un corps en électricité statique en le frottant ou en le touchant avec un corps chargé.
- On enlève ou on ajoute alors des charges électriques appelées électrons.
- Un corps chargé négativement a gagné des électrons.
- Un corps chargé positivement en a perdu.





• Expérience – Une séparation difficile

- Placer le poivre et le sel dans une assiette plate.
- Frotter une paille sur l'essuie pour la charger d'électricité statique.
- Passer la paille au-dessus du mélange, à quelques millimètres.
- Le poivre et le sel sont tous deux attirés, mais seul le poivre, plus léger, se colle à la paille.
- Décoller le poivre et répéter l'opération jusqu'à séparation complète.

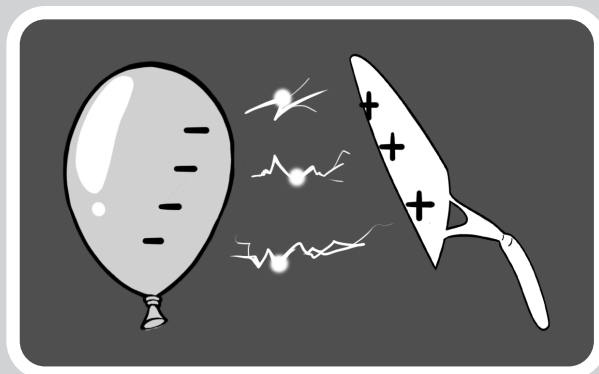
• Petit éclair pour mini coup de foudre

- a) un crépitement
- b) un éclair

Que s'est-il passé? Quelques explications...

Lorsque tu frottes le ballon sur tes cheveux, celui-ci se charge négativement (-). Les charges négatives, prisonnières du ballon, se repoussent les unes les autres.

Les charges positives (+) de la pelle sont attirées par les charges négatives du ballon. Lorsque ces charges de signes opposés sont assez proches, elles traversent l'air pour se rencontrer. Leur rencontre libère de la lumière.



• Exercice – Zoom sur le vocabulaire

Horizontalement

3. Métal 6. Electroscope 7. Tonnerre

Verticalement

1. Paratonnerre 2. Frottement 4. Electron 5. Attraction 6. Eclair

• Exercice – Calculons

1. $21 \times 337 \text{ m} = 7.077 \text{ m} = 7,08 \text{ km}$ 2. $2000 / 337 = 5,93 \text{ sec.}$

• Exercice – Sauve qui peut

- Les situations à risque portent les numéros: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 11
- Les raisons en sont:
 - N° 2 : l'usage d'appareils reliés à des antennes puissantes attirent la foudre.
 - N° 3, 5, 8, 9 : Les objets métalliques et dressés vers le ciel (club de golf, parapluie, mât, outils,...) jouent le rôle de paratonnerre et attirent la foudre.
 - N° 4, 9 : L'eau conduit l'électricité. Il faut éviter de toucher aux canalisations d'eau et de prendre son bain. Cette précaution ne vaut pas dans les maisons équipées d'un système anti-foudre efficace.



Avant de faire de la voile, il convient d'écouter la météo. La présence sur un plan d'eau présente un danger.

- N° 7, 10, 11: Eviter de se trouver près d'un point culminant ou d'un arbre isolé, ou encore d'être soi-même le seul élément qui « dépasse » de la surface du sol. Cela est d'autant plus vrai que l'on possède un objet métallique (piolet, vélo,...). Lorsque des randonneurs se trouvent pris par un orage, ils ont intérêt à s'écarter les uns des autres d'une distance d'au moins trois mètres et de se placer en boule sur le sol, loin d'arbres isolés.



• Exercice – Bien à l'abri dans sa voiture.

Que se passe-t-il?

Lorsque le ballon chargé par frottement dans les cheveux est approché de l'électroscope, les feuilles ne s'écartent plus.

Le capuchon métallique et les bandes d'aluminium dévient les charges négatives du ballon vers l'extérieur de la bouteille

Bibliographie du dossier

Références



- ARDLEY N. Et CARLIER F., Découvre l'électricité, Coll. Science pratique, Gamma – Trécarré, Tournai, 1986
- BONALDI J., Dis, Jérôme...: Les secrets de la physique expliqués par Jérôme Bonaldi, Albin Michel/Canal+éditions, Paris, 1991
- CUIILLIERIER R., Qui hante la haute atmosphère?, ds Science et vie Junior, n°249, Juin 2010, pp. 38-41
- PIRE J., Electrostatique: cahier d'activités, Science infuse, Faculté des sciences de l'UCL, 2009
- www.pedagogie.ac-nantes.fr
- www.apfoudre.com (Fiches conseil de l'association de protection contre la foudre, Fiche FC6, mars 2003)
- www.scienceamusante.net
- www.sciencetech.technomuses.ca
- www.hydroquebec.com
- www.commissi.activite.475.pdf
- www.chasseurs-orages.com