



## Interaction et champ électrostatique

### I. L'électrisation des objets

#### **Doc 1** : électrisation

Selon leur composition, les corps ont des réponses différentes à l'influence de charges électriques :

Électrisation par frottement : Lorsque l'on frotte deux matériaux électrisables, l'un arrache des électrons à l'autre. Dès l'antiquité, les grecs avaient remarqué que l'ambre jaune, une fois frottée avec un chiffon sec, attirait de petits résidus de paille. Le nom grec de l'ambre jaune, êlektron, donnera son nom à l'électricité.

Électrisation par influence : Lorsqu'on approche un matériau chargé d'un matériau conducteur, la répartition des charges est modifiée dans le conducteur ;

Électrisation par contact : Lorsqu'on met en contact un objet chargé avec un objet conducteur, la charge électrique se répartit à la surface ;

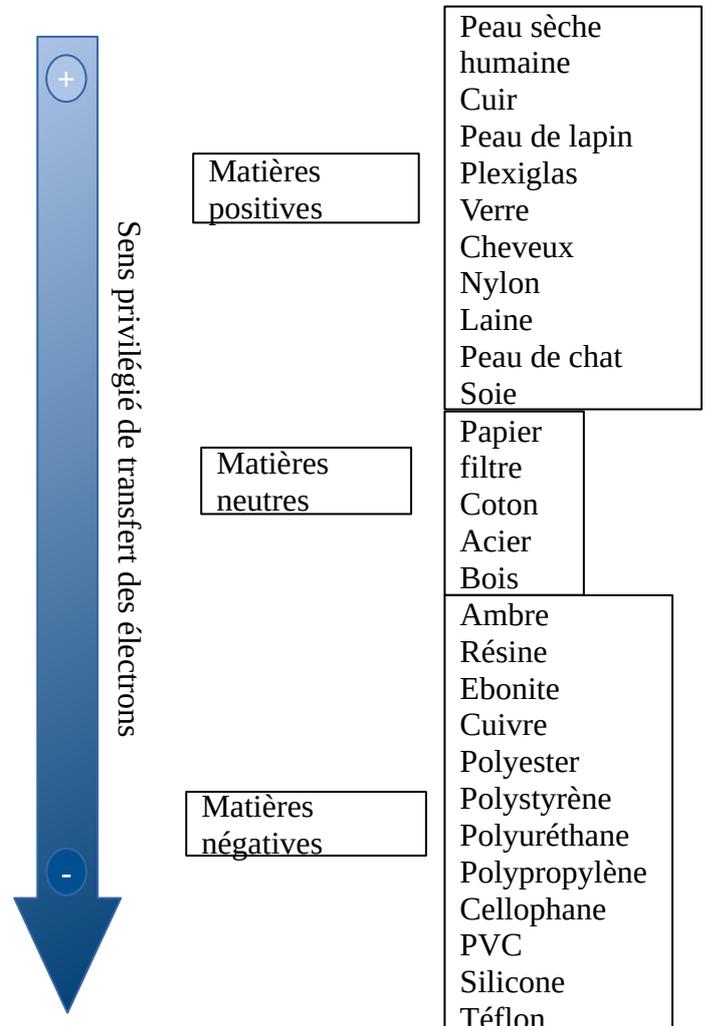
Lorsqu'on met en contact un objet chargé avec un objet non conducteur, une partie de la charge est transférée à l'objet à l'endroit du contact puis les deux objets se repoussent.

#### **Doc 2** : Série triboélectrique

Les physiciens ont établi une liste dite "triboélectrique".

Lorsqu'on frotte ensemble deux matériaux, la substance d'une ligne supérieure se charge positivement et la substance d'une ligne inférieure se charge négativement.

L'écart entre les deux matériaux comme une idée de l'importance de l'échange.



1. À l'aide du matériel mis à votre disposition, décrire et réaliser des expériences permettant d'illustrer chacun des trois modes d'électrisation.
2. Interpréter le comportement du pendule lors de l'expérience du carillon électrostatique réalisée par le professeur.
3. À l'aide de l'animation sur la page du site, expliquer le phénomène d'électrisation par influence.

## II. La loi de Coulomb

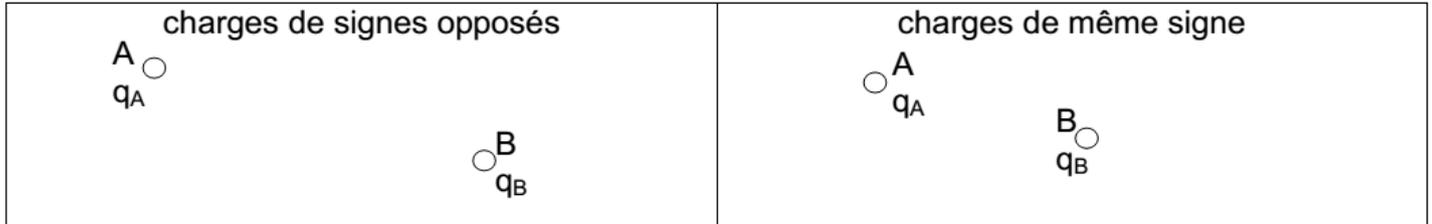
**Loi de Coulomb** : Deux corps ponctuels A et B portant des charges électriques

respectives  $q_A$  et  $q_B$  sont en interaction selon la loi :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = k \cdot \frac{(q_A) \cdot (q_B)}{d^2}$$

avec  $k$  constante égale à  $9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ ,  $q_A$  et  $q_B$  charges électriques en C,  $d$  distance entre les centres de A et B en m.

4. Représenter les forces de Coulomb pour les deux situations ci-dessous.



5. Exprimer en fonction de la charge électrique élémentaire  $e$ , puis calculer la valeur de la force électromagnétique qui s'exerce entre un électron et un proton dans un atome, en considérant à nouveau une distance moyenne entre le proton et l'électron de  $d = 1,0 \times 10^{-10} \text{ m}$ .

**Loi d'interaction gravitationnelle** : Deux corps ponctuels A et B de masse respective  $m_A$  et

$m_B$  s'attirent selon la loi de gravitation universelle de Newton :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

avec  $G$  constante de gravitation universelle égale à  $6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ ,  $m_A$  et  $m_B$  masses en kg,

$d$  distance entre les centres de A et B en m.

6. Exprimer puis calculer la valeur de la force gravitationnelle qui s'exerce entre un électron et un proton dans un atome, en considérant à nouveau une distance moyenne entre le proton et l'électron de  $d = 1,0 \times 10^{-10} \text{ m}$ .

7. Soient un proton et un électron, on note  $F_G$  la force d'attraction gravitationnelle entre eux, calculée en 4., et on note  $F_E$  la force d'attraction électromagnétique entre eux, calculée en 11.

Calculer le rapport  $F_E/F_G$ . En déduire quelle est l'interaction fondamentale qui prédomine sur l'autre au niveau atomique ?

8. A partir des questions précédentes, comparer les deux forces (gravitationnelle et électrostatique) et trouver au moins 2 points communs et 2 différences.

## III. Champ électrique créé par une charge

Ouvrir l'animation «ChampE». Cliquer sur Play.

On décompose cette animation en 3 phases :

- La valeur de la force de répulsion électrique augmente.
- La valeur de la force de répulsion électrique ne varie pas.
- La valeur de la force de répulsion électrique diminue.

9. Pourquoi la force de Coulomb est-elle répulsive dans ce cas ?

10. Rappeler l'expression de la valeur de la force d'interaction électrique entre deux objets porteurs respectivement de charges électriques  $q_1$  et  $q_2$ , dont les centres sont éloignés d'une distance  $d$ .

11. À l'aide de l'expression précédente, justifier les évolutions observées pour chacune des trois phases de l'animation.



Dans le précédent TP, on a défini le champ de gravitation  $\vec{G} = \frac{\vec{F}}{m}$  où  $\vec{F}$  représentait la force due à l'interaction gravitationnelle exercée par un astre attracteur sur un objet test de masse  $m$ . Pour la Terre :  $\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$

De la même manière, on définit le champ électrique  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$  où  $\vec{F}$  représente la force due à l'interaction électromagnétique exercée par une charge électrique sur un objet test porteur d'une charge  $q$  positive.

12. En déduire l'expression de  $\vec{F}$  en fonction de  $\vec{E}$ .

13. Reproduire les 2 schémas indépendants ci-dessous en y ajoutant des vecteurs champ électrique de différentes valeurs autour de chaque charge électrique.

Schéma 1 :



Schéma 2 :



#### IV. Cartographier le champ électrostatique

##### Doc 1 : Le condensateur plan

Un condensateur est constitué de deux armatures conductrices séparées par un matériau isolant et entre lesquelles on applique une différence de potentiel ou tension. Les armatures, portées à 2 potentiels différents, vont se charger suite à un mouvement d'électrons

##### Doc 2 : Vocabulaire

Champ électrostatique : Un champ est une grandeur (ici, un potentiel électrique) qui prend une valeur en tout point de l'espace

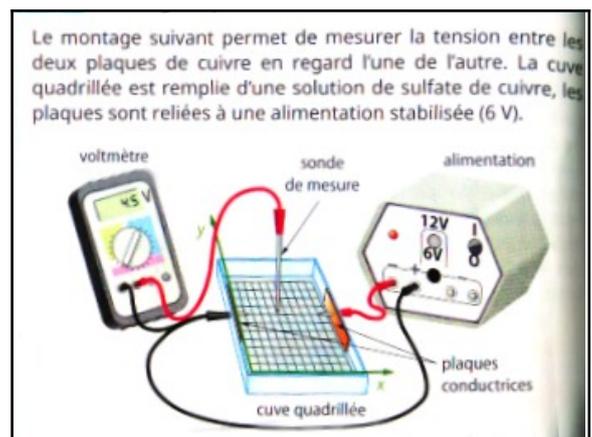
Lignes de champ électrostatique : Lignes suivies par le champ électrostatique. Elles sont perpendiculaires aux équipotentiels.

Equipotentielle : Ligne constituée par l'ensemble des points où le potentiel (ou la tension électrique) prend la même valeur.

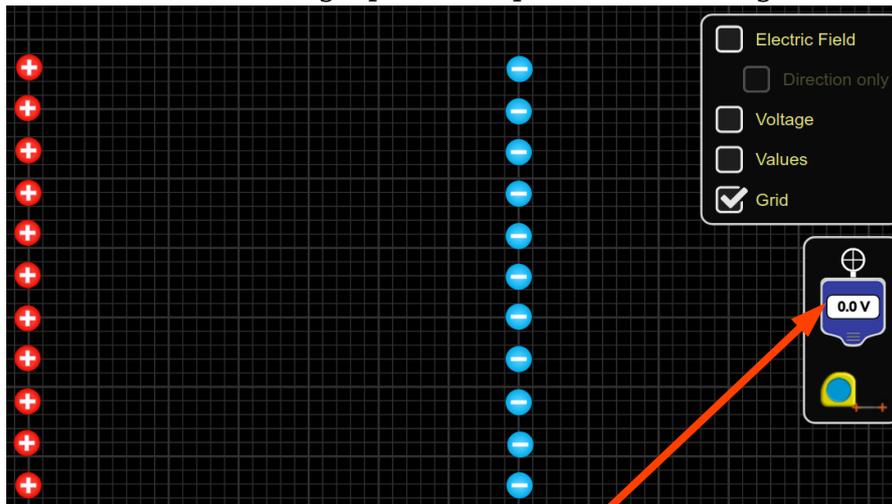
Cartographier : Établir une représentation de l'ensemble des lignes de champ.

##### Doc 3 : Propriétés du champ électrostatique

La valeur du champ électrostatique  $E$  (en  $V/m$ ) entre deux armatures chargées se détermine par la relation  $E = U / x$  avec  $U$  tension entre l'armature située en  $x=0$  et la sonde de mesure située en  $x$



9. Lancer le simulateur de cartographie et reproduire cette figure.



10. A l'aide de la sonde de mesure, vérifier que les armatures sont bien des équipotentiels.
11. Placer la sonde en différents points du quadrillage. Pour chaque point relever les coordonnées et la tension électrique.
12. Représenter quadrillage et représenter les lignes équipotentiels sur votre schéma.
13. En déduire le tracé des lignes de champ avec une autre couleur que celle des équipotentiels.
14. Finir de cartographier le champ électrostatique en calculant son intensité en différents points du tracé.
15. Que constatez vous pour la valeur du champ électrostatique entre les armatures ?
16. On dit, dans cette situation, que le champ électrostatique est uniforme, proposez une définition de ce terme.