

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE NORMALE SUPERIEURE
Ampefiloha

DEPARTEMENT DE FORMATION INITIALE
SCIENTIFIQUE
C. E. R. PHYSIQUE CHIMIE

MÉMOIRE DE C. A. P. E. N

« RESSOURCE NUMERIQUE SUR L'ÉTUDE DES
PHENOMENES D'INFLUENCE ELECTRIQUE ET
DE POLARISATION ELECTRIQUE »

Présenté par :

RANAIVOJOELINA
Jean Pascal Alfred Joseph

Année Universitaire :

2011-2012

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE NORMALE SUPERIEURE AMPEFILOHA



DEPARTEMENT DE FORMATION INITIALE SCIENTIFIQUE

C.E.R : PHYSIQUE CHIMIE

Numéro d'ordre : 321/PC

**Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du certificat
d'aptitude pédagogique de l'Ecole Normale Supérieure
(CAPEN)**

**« Ressource numérique sur l'étude des
phénomènes d'influence électrique et de
polarisation électrique »**

Présenté par :

RANAIVOJOELINA Jean Pascal Alfred .Joseph

Année scolaire : 2011-2012

Date de Soutenance : 05 Juillet 2013

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE NORMALE SUPERIEURE AMPEFILOHA



DEPARTEMENT DE FORMATION INITIALE SCIENTIFIQUE

C.E.R : PHYSIQUE CHIMIE

Numéro d'ordre : 321/PC

**Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du certificat d'aptitude
pédagogique de l'Ecole Normale Supérieure (CAPEN)**

**« Ressource numérique sur l'étude des phénomènes
d'influence électrique et de polarisation électrique »**

Présenté par : RANAIVOJOELINA Jean Pascal Alfred .Joseph le 05 juillet 2013

**Directeur de mémoire : Mr RASOLONDRAMANITRA Henri (PhD, Maître de
conférences)**

**Président du jury : Mr RATSIFARITANA Andriatomanga Charles (PhD, Maître
de conférences)**

Juges : - Mme RATOMPOMALALA Harinosy (Maître de conférences)

- Mr RANDRIANANDRAINA Faneva (PhD, Maître de conférences)

Remerciements

Ce mémoire de fin d'étude a été réalisé grâce à la bénédiction de Dieu tout puissant.

Nous adressons nos vifs remerciements à :

- Monsieur RATSIFARITANA Andriatomanga Charles pour l'honneur qu'il nous a fait de présider le jury de ce mémoire.

Nous remercions très vivement :

- Madame RATOMPOMALALA Harinosy et
- Monsieur RANDRIANADRAINA Faneva, qui ont accepté d'examiner ce travail et de faire partie des membres du jury.

Je tiens particulièrement à exprimer mes profondes gratitude à Monsieur RASOLONDRAMANITRA Henri, mon encadreur, d'avoir consacré son temps à me diriger tout au long de ce travail.

Nos remerciements vont aussi à nos honorables professeurs du CER Physique-Chimie de l'Ecole Normale Supérieure Ampefiloha Antananarivo qui ne cessent de nous éduquer et indiquer le bon chemin.

J'adresse mes profondes reconnaissances à ma famille et mes collègues qui n'ont pas manqué de nous assister moralement et matériellement pendant les années d'études au sein de L'Ecole Normale Supérieure Ampefiloha Antananarivo.

Enfin, nous remercions tous ceux qui de près ou de loin, nous ont apporté de l'aide à la réalisation de ce présent mémoire.

LISTES DES FIGURES :

Figure 1: Différents modèles d'atome (page 4)

Figure 2: Photo Millikan (Robert Andrews) Physicien américain (1868-1953) (page 5)

Figure 3 : Structure de l'atome de l'hélium (page 6)

Figure 4: Photo de Rutherford Physicien anglais (1871-1937) (page 8)

Figure 5 : Photo d'Ernst Pauli (1900-1958) Physicien autrichien (page 9)

Figure 6: Structure électronique de l'hydrogène et de l'hélium (page 10)

Figure 7: Structure électronique de l'oxygène et du carbone (page 10)

Figure 8 : Structure électronique de l'atome de potassium (page 11)

Figure 9 : Forces électriques de répulsion entre deux charges positives (page 12)

Figure 10 : Forces électriques d'attraction entre deux charges de signe contraire (page 12)

Figure 11 : Photo d'Auguste Coulomb (1736 -1806): fondateur de l'électrostatique et du magnétisme (page 13)

Figure 12 : Forces exercées par la charge $+q_A$ sur la charge $+q_B$ placée en différents points de l'espace autour de $+q_A$ (page 14)

Figure 13 : Forces exercées par la charge $-q_C$ sur la charge $+q_B$ placée en différents points de l'espace autour de $-q_C$ (page 14)

Figure 14 : Champ répulsif faible entre deux charges positives (page 15)

Figure 15 : Champ répulsif fort entre deux charges positives (page 15)

Figure 16 : Champ attractif entre deux charges de signe différent (page 16)

Figure 17 : Champ créé en un point M (page 16)

Figure 18 : Force et champ électriques créés par des charges électriques (page 17)

Figure 19 : Champ électrique uniforme à l'intérieur d'un condensateur électrique plan (page 18)

Figure 20 : Lignes de champ créées par une charge négative (page 18)

Figure 21 : Lignes de champ créées par une charge positive (page 19)

Figure 22: Schéma représentatif du cuivre, de zinc, de l'aluminium et de l'acier (page 19)

Figure 23: Structure globale de l'atome de cuivre (page 20)

Figure 24: une Structure de la surface du cuivre métallique vu au microscope électronique agrandi jusqu'à 100 millions de fois (page 20)

Figure 25: Maille cubique à face centrée (page 21)

Figure 26 : Structure de la surface du métal cuivre agrandie vue au microscope électronique (page 22)

Figure 27: Influence d'un corps chargé A sur un conducteur B neutre (page 23)

Figure 28: Redistribution des charges à la surface du conducteur B en présence du corps influençant A (page 24)

Figure 29:Influence du corps chargé A sur le conducteur B lié au sol (page 25)

Figure 30 : Répulsion entre deux baguettes de même nature et frottées avec le même tissu de soie (page 26)

Figure 31 : Attraction entre la baguette chargée et le chiffon de soie chargé par frottement (page 26)

Figure 32 : Petite boule métallique en contact avec une règle en plastique chargée par frottement (page 27)

Figure 33 : Deux baguettes métalliques en contact et en présence de la règle en plastique électrisée (page 27)

Figure 34:« Séparation des deux baguettes métalliques en présence de la règle chargée » (page 28)

Figure 35 : « Boule métallique attirée par la baguette A » (page 28)

Figure 36:« Boule métallique repoussée par la baguette B » (page 28)

Figure 37 : Dipôle électrique dans un champ électrique uniforme (page 30)

Figure 38 : Molécule d'eau (page 40)

Figure 39 : Molécule polaire (page 40)

Figure 40 : Molécule du gaz dichlore (page 40)

Figure 41 : Molécules polaires dans un champ électrique uniforme (page 32)

Figure 42 : Effet du champ électrique sur un atome (page 33)

Figure 43: Polarisation d'un diélectrique situé entre les armatures d'un condensateur chargé (page 35)

Figure 44 : Surface gaussienne (page 36)

Figure 45: Orientation des molécules polaires dans un diélectrique placé dans un champ électrique champ \vec{E} (page 38)

Figure 46 : Champ induit dans un diélectrique (page 39)

LISTES DE TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre maximum d'électrons dans chaque couche électronique (page 8)

Tableau 2 : Propriétés de quelques métaux (page 22)

Tableau 3 : moments dipolaires de quelques molécules gazeuses (page 33)

Tableau 4 : Constantes diélectriques de quelques substances (page 39)

TABLE DE MATIERE

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE	3
I- LES ATOMES.....	4
I-1-Les éléments constitutifs d'un atome.....	4
I-2– Structure électronique d'un atome	8
II-CHAMP ELECTRIQUE.....	12
II-1 – Mise en évidence.....	12
II-2 - Caractérisation d'un champ électrique.....	15
II-3 - Champ électrique uniforme.....	17
III- LE PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE	19
III -1 – Les conducteurs et les métaux.....	19
III -2 – Phénomène d'influence électrique.....	23
III -3- Electrification par influence.....	25
IV- LE PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE.....	29
IV-1- Le moment dipolaire.....	29
IV-2- Les molécules polaires et non polaires.....	30
IV-3- Les polarisations d'orientation et électronique	31
IV-4- Polarisation d'un diélectrique.....	34
DEUXIEME PARTIE	
PRESENTATION DU DIDACTICIEL.....	41
I-1 – INTRODUCTION	41
I-2 – CONTENUS DU DIDACTICIEL :.....	41
I-3- MODE D'EMPLOI DU DIDACTICIEL	42
1-4- PAGES DU DIDACTICIEL.....	43
CONCLUSION	79
BIBLIOGRAPHIE	80
WEBOGRAPHIE.....	81

INTRODUCTION

Actuellement, l'informatique joue un rôle de plus en plus important dans le développement. En effet le progrès technique nous aide à résoudre la quasi-totalité des problèmes de la vie courante. Or pour ce qui relève de l'enseignement, des problèmes d'insuffisance de matériel peuvent s'observer dans presque tous les lycées malgaches. De ce fait, l'enseignement à base d'expérience en partit car l'on s'oriente plutôt vers la théorie.

Pour remédier à ces problèmes, le présent travail de mémoire propose un type d'enseignement/apprentissage comportant des animations et des simulations visant concrètement à faciliter l'accès aux phénomènes réels étudiés. Dans cette optique, il sera développé une nouvelle approche permettant de mettre en place des travaux pratiques virtuels. Ainsi, l'élève peut se mettre en situation de pratiquer une démarche expérimentale comme l'indique l'objectif général relatif à l'enseignement des sciences physiques.

Aussi, face à cette problématique, le but du présent mémoire est d'élaborer des activités de simulation sur ordinateur, activités se rapportant aux phénomènes d'influence et de polarisation électriques.

Ce travail comporte deux parties bien distinctes. La première partie rappelle un ensemble de repères théoriques. Elle reprend les notions de base sur l'atome, le champ électrique, l'action d'un champ électrique sur les particules chargées, ce qui facilitera la compréhension des mécanismes qui interviennent dans ces phénomènes d'influence et de polarisation que l'on se propose d'étudier. Quant à la deuxième partie, elle porte davantage sur l'exploitation d'un didacticiel destiné l'enseignement/apprentissage de ces thèmes dont les principes et les notions-clés sont traités dans la première partie.

Le module d'apprentissage développé dans le didacticiel s'adresse aux élèves des classes de première et de terminales scientifiques. Il comporte quatre chapitres :

- Le premier chapitre donne des compléments d'information sur la mise en évidence de l'électrisation par frottement et consolide les connaissances que l'apprenant a acquises sur ce thème dans les classes antérieures. Il présente et analyse une expérience qui l'amène à comprendre que le processus d'électrisation par frottement n'est autre qu'un transfert d'électrons entre les corps que l'on frotte l'un contre l'autre.

- Le deuxième chapitre porte sur le phénomène d'influence électrique. Il traite la structure des solides métalliques en mettant l'accent sur l'existence d'électrons libres (les électrons de conduction) et d'ions positifs (les ions du réseau) et étudie l'action d'un champ électrique sur ces conducteurs. L'étude de l'électrisation par influence termine ce chapitre.
- Le troisième chapitre concerne le phénomène de polarisation électrique. Il analyse dans un premier temps le comportement d'un dipôle électrique dans un champ électrique puis introduit les molécules polaires et non polaires, les notions de polarisation d'orientation et électronique. Il se concentre ensuite sur l'étude d'un diélectrique placé dans un champ électrique.
 - Le dernier chapitre propose des exercices dans une perspective d'évaluation formative.

Les activités commencent par un contrôle des connaissances nécessaires pour mieux aborder les séquences d'apprentissage proposées. Ce test des pré-requis porte sur la structure de l'atome, l'interaction des particules chargées et l'action d'un champ électrique sur un corps chargé.

PREMIERE PARTIE

Repère théorique

I-LES ATOMES

I-1. Les éléments constitutifs d'un atome

Un atome est constitué d'un noyau composé de particules chargées positivement appelées protons et de particules neutres nommées neutrons.

Des électrons de masse très petite et de charge négative gravitent autour de ce noyau.

De nombreux modèles d'atomes ont été proposés par les chercheurs /scientifiques vers la fin du 19^{ème} siècle et au début du 20^{ème} siècle : modèle de Thomson en 1899, modèle de Rutherford en 1911, modèle de Bohr en 1913 et représentation de Schrödinger en 1925.

La figure ci-dessous décrit ces différents modèles (Microsoft Encarta 2007)

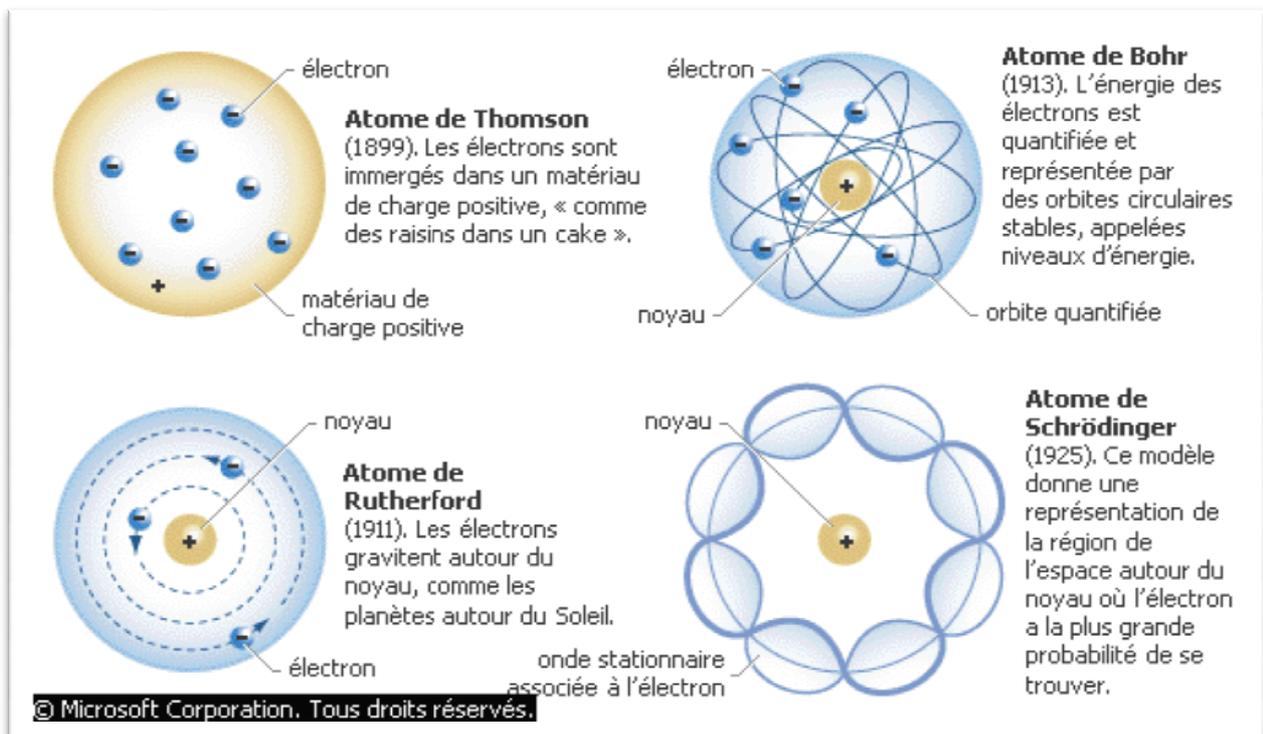


Figure 47: Différents modèles d'atome

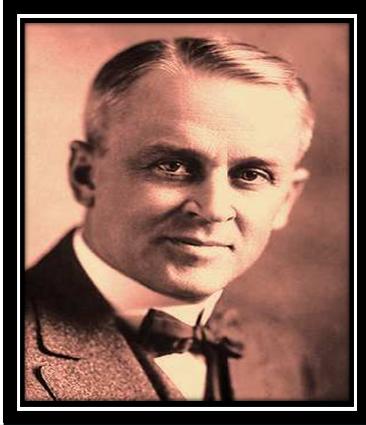
I-1-1 L'électron

a) Charge

L'**électron** est une particule porteuse d'une quantité de charge électrique négative dont la valeur a été déterminée par Millikan en 1911.

$$e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C dans le système d'unités internationales}$$

C : Coulomb « unité internationale de charge électrique »



Millikan (Robert Andrews) Physicien américain (1868-1953) prix Nobel 1923, il détermina expérimentalement en 1911 la charge de l'électron

Figure 48: Photo Millikan (Robert Andrews) Physicien américain (1868-1953)

Cross, A et Moreau, C. (1981) : *Initiation à la chimie moderne 2nde*. Paris, Librairie Belin.

charge massique

a) La détermination de la charge massique $\frac{e}{m}$ a été réalisée pour la première fois en

1897 par J.J. Thomson : $\frac{e}{m} = 1,7589 \cdot 10^{-19} \text{ C/kg}$

b) Masse

La connaissance de e et de $\frac{e}{m}$ a permis de déduire la masse de l'électron au repos :

$$m_{e^-} = 9,108 \times 10^{-28} \text{ g} = 0,000548 \text{ uma}$$

u.m.a : unité de masse atomique

NB : L'unité de masse atomique (u.m.a) est égale au douzième de la masse de l'atome de carbone

$$1 \text{ uma} = \frac{1}{12} \times \frac{12}{N} = \frac{1}{6,023 \times 10^{23}} \text{ g} \quad N \text{ étant le nombre d'Avogadro}$$

I-1-2 Le proton

- C'est une particule élémentaire de charge électrique positive.
- Sa masse est :

$$m_p = 1,67239 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1,00727 \text{ uma} \text{ ou}$$

$$m_p = 1836,1 \times m_{e^-}$$

I-1-3 Le neutron

C'est une particule de charge négligeable.

C'est Chadwick qui a trouvé sa valeur.

$$m_n = 1,67470 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1,00866 \text{ uma} \text{ ou } m_n = 1838,6 \times m_{e^-}$$

- Drillat, J et Torres, L. (1970) : Chimie générale. Paris V, Armand Colin.

Exemple de structure d'un atome

(Notion de bases-Structure de la matière. ©Andrei Radulescu 2002.)

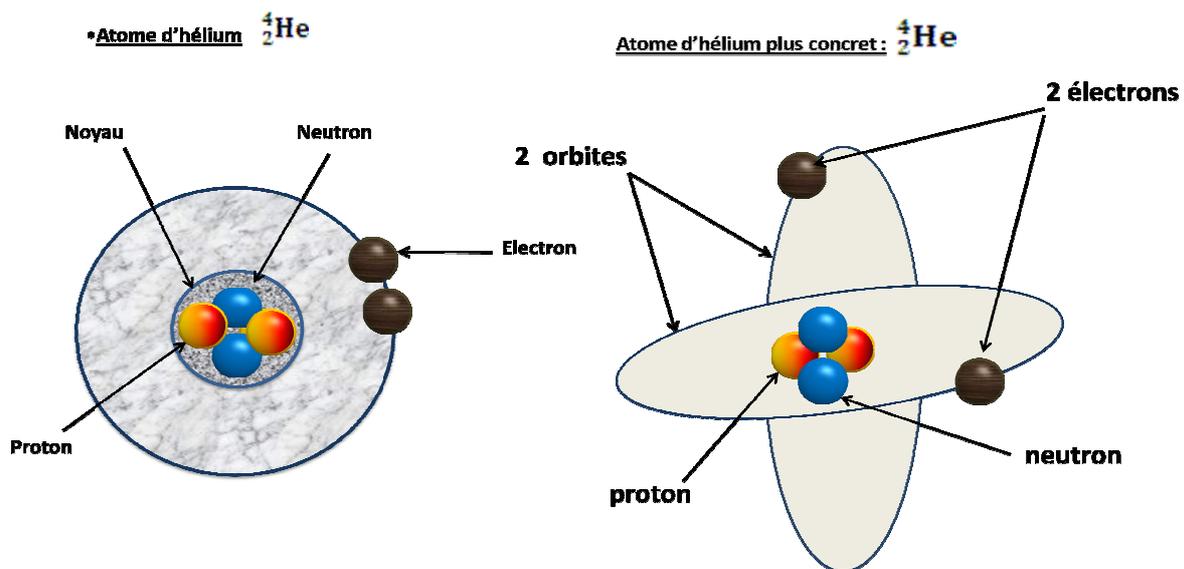


Figure 49 : Structure de l'atome de l'hélium

I-1-4 Neutralité électrique

a) Symbole d'un atome

Actuellement, le nombre des éléments chimiques ou atomes est environ 105.

Pour distinguer un atome d'un autre, on doit les symboliser.

- **On écrit en majuscule la première lettre du nom de l'atome.**

Ex :

- Hydrogène : H
- Oxygène : O
- Soufre : S

- **Si les noms de deux atomes commencent par une même lettre, on écrit en majuscule la première lettre et en minuscule la deuxième.**

EX :

- Baryum : Ba
- Béryllium : Be

b) Nombre de charge Z et nombre de masse A

Un atome est électriquement neutre. Il y a autant des charges positives que des charges négatives qui le constituent.

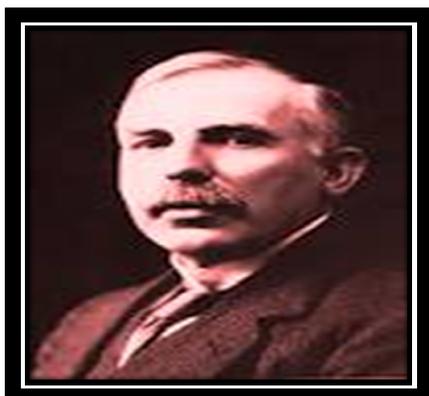
Selon le modèle de Rutherford (physicien anglais 1871-1937) :

- Le nombre Z est appelé **nombre des charges ou numéro atomique** : « dans un atome, il y a Z électrons et Z protons »
- Le nombre A est appelé **nombre de masse car il représente la masse du noyau X**.
- **Les Z charges positives qui résident dans le noyau sont séparées par les neutrons affaiblissant la répulsion entre elles. Le nombre de neutrons est $N = A - Z$.**

L'atome est alors symbolisé par A_ZX

EX ${}^{16}_8O$: l'atome d'oxygène est formé de Z = 8 électrons et 8 protons et N = 16 - 8 = 8 neutrons.

Son nombre de masse est A = 16.



Lord Ernest Rutherford of Nelson (1871-1937) prix Nobel en 1908 : physicien anglais qui étudia le noyau atomique et fut célèbre par ses travaux sur la radioactivité

Figure 50: Photo de Rutherford Physicien anglais (1871-1937)

Cross, A et Moreau, C. (1981) : *Initiation à la chimie moderne 2^{nde}*. Paris, Librairie Belin.

I-2. Structure électronique de l'atome

I-2- 1 Niveau d'énergie et nombre quantique

Le nombre des électrons dans un atome est **Z**. Ils gravitent autour du noyau en décrivant des trajectoires différentes appelées **niveau d'énergie ou couche électronique**.

- Les couches portent les numéros 1 à 7 appelés **nombre quantiques n** et sont représentées par les lettres **K, L, M, N, O, P, Q**.
- A chaque couche, on associe un nombre quantique n.

Exemple : n = 1 pour la couche K

n = 2 pour la couche L et ainsi de suite

I-2- 2 Remplissage des couches

Selon le principe de Pauli :

- une couche de numéro **n** peut comporter **2n²** électrons au maximum et que les électrons remplissent les couches à partir du nombre quantique le plus faible.

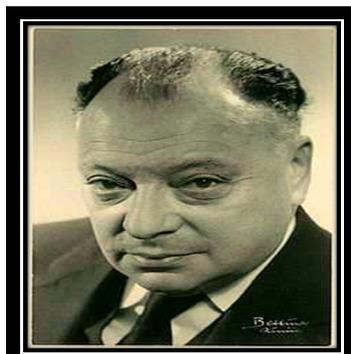
Ainsi, on peut résumer dans le tableau suivant le nombre d'électrons dans chaque couche :

Tableau 1 : Nombre maximum d'électrons dans chaque couche électronique

Nombre quantique n	Nom des couches ou niveau d'énergie	Nombre maximum d'électrons $x = 2n^2$

1	K	2
2	L	8
3	M	18
4	N	32
5	O	50
6	P	72
7	Q	98

- Cross, A et Arribet, G. (1984) : *Initiation à la chimie moderne terminale C.D.E* .Paris, Librairie Belin.



Wolfgang Ernst Pauli (25 avril 1900 à Vienne - 15 décembre 1958 à Zurich) était un physicien autrichien connu pour sa définition du principe d'exclusion en 1925.

Figure 51 : Photo d'Ernst Pauli (1900-1958) Physicien autrichien

Exemple de remplissage des couches

Pour mieux comprendre ce remplissage, on représente les couches par des cercles et les électrons par des petites boules.

Exemple : structures de l'atome d'hydrogène ${}^1_1\text{H}$ et de l'hélium ${}^4_2\text{He}$

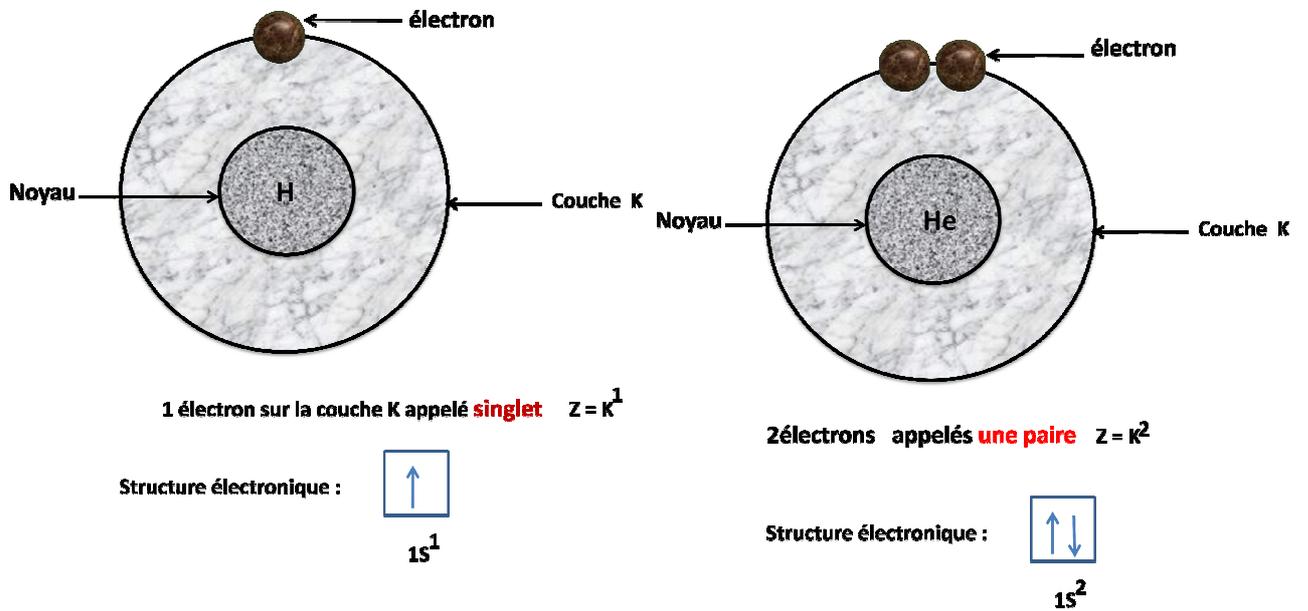


Figure 52: Structure électronique de l'hydrogène et de l'hélium

Atome d'oxygène ${}^{16}_8\text{O}$ ($Z = 8$ électrons)

Atome de carbone ${}^{12}_6\text{C}$ ($Z = 6$ électrons)

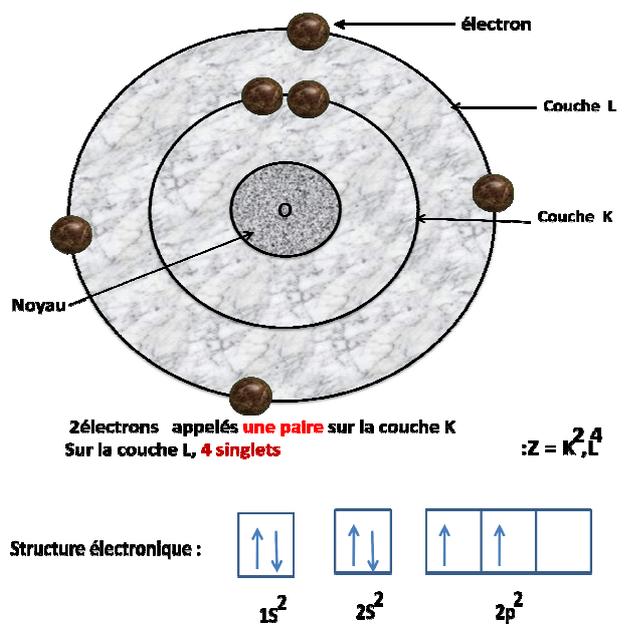
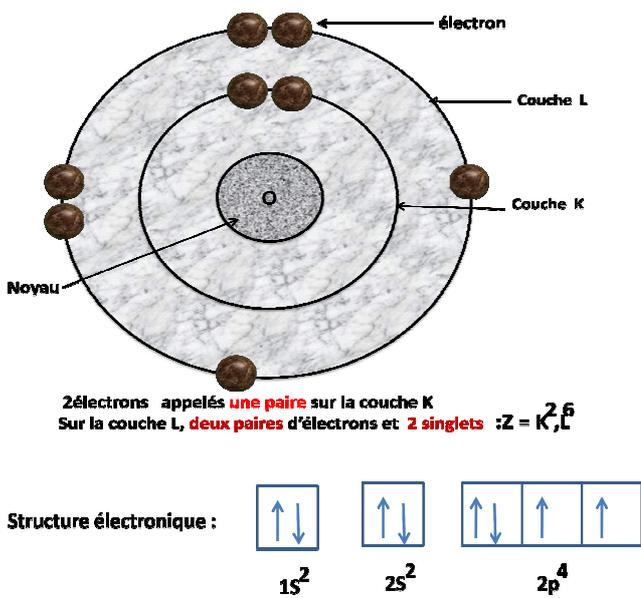


Figure 53: Structure électronique de l'oxygène et du carbone

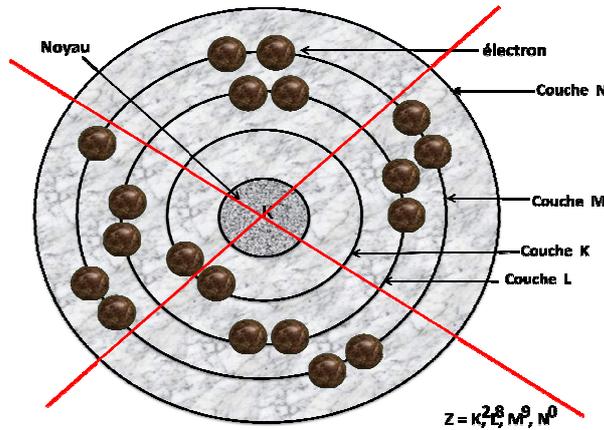
Remarque

Pour $Z \geq 19$, le remplissage des couches s'avère difficile. Il ne suit pas le principe de Pauli mais suit la règle de « l'octet ».

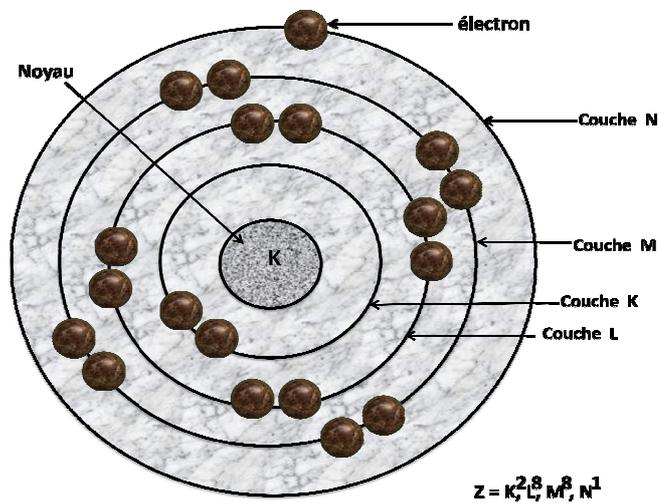
Selon la règle de l'octet: la **couche la plus externe ne peut comporter que 8 électrons au maximum**.

Ex : Potassium ${}_{19}^{40}\text{K}$

- Remplissage selon le principe de Pauli qui n'est pas valable ici.



- Remplissage selon la règle de l'octet :



Structure électronique :

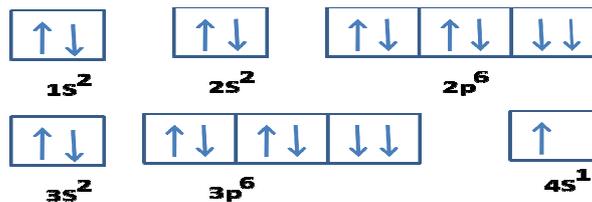


Figure 54 : Structure électronique de l'atome de potassium

Remarque :

Même si M peut contenir 18 électrons, elle porte seulement 8 électrons pour être saturée.

II -CHAMP ELECTRIQUE

II-1.Mise en évidence

II-1-1 loi de Coulomb

- 1) Dans un endroit où se trouve une particule de charge $+q_A$, plaçons une autre particule de charge $+q_B$.

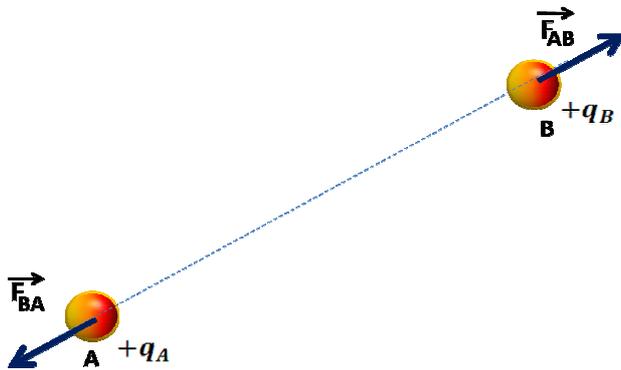


Figure 55 : Forces électriques de répulsion entre deux charges positives

Les deux particules se repoussent.

- 2) Attraction

Remplaçons la charge $+q_B$ par une autre charge négative $-q_c$.

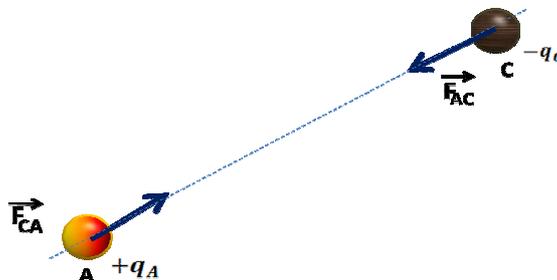


Figure 56 : Forces électriques d'attraction entre deux charges de signe contraire

Les deux particules s'attirent.

Cette répulsion et cette attraction sont dues à des forces électriques appelées **forces coulombiennes**.

La charge $+q_A$ exerce sur B une force \vec{F}_{AB} et réciproquement la charge $+q_B$ exerce sur A une force \vec{F}_{BA} opposée à \vec{F}_{AB} .

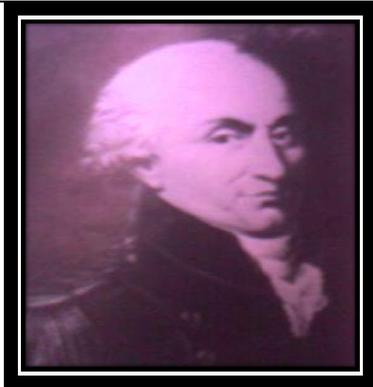
De même la charge $+q_A$ exerce sur C une force \vec{F}_{AC} et réciproquement la charge $-q_c$ exerce sur A une force \vec{F}_{CA} opposée à \vec{F}_{AC} .

La loi de Coulomb donne une description complète de ces forces :

- Dans le vide, deux particules chargées q_A et q_B séparées par une distance $r=AB$ exercent l'une sur l'autre des forces :
 - dont la droite d'action est portée par (AB)
 - proportionnelles aux deux charges et inversement proportionnelles au carré de la distance r qui les sépare
 - opposées mais égales en module

$$\|\vec{F}_{AB}\| = \|\vec{F}_{BA}\| = K \frac{|q_A q_B|}{AB^2} \text{ avec } K = 9 \times 10^9 \text{ N.C}^{-2} \text{ m}^{-2}$$

Deux charges de même signe se repoussent et deux charges de signes contraires s'attirent. « Actions coulombiennes 1780 »



Charles Auguste de Coulomb(1736-1806) fondateur de l'électrostatique et du magnétisme.

Figure 57 : Photo d'Auguste Coulomb (1736 -1806): fondateur de l'électrostatique et du magnétisme

- Cessac, J. (1966) : Physique terminale D. Paris, Fernand Nathan.

II-1-2 Notion de Champ électrique

1) Plaçons successivement la charge $+q_B$ aux points B, C, D et E autour de $+q_A$.

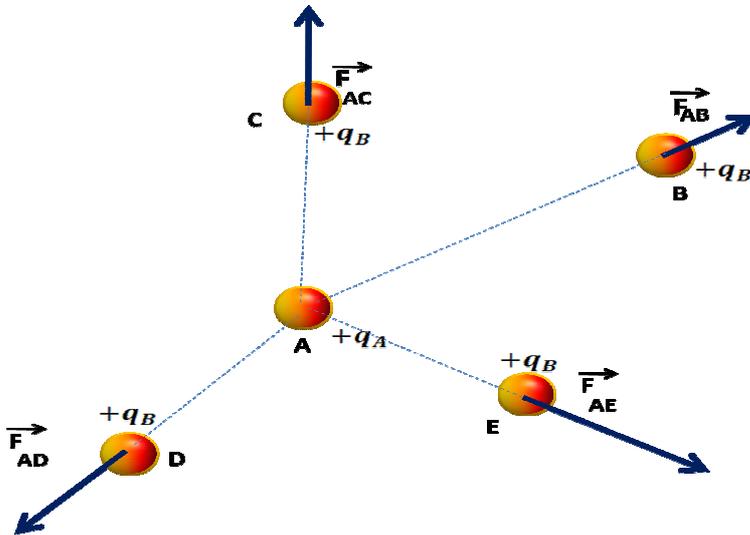


Figure 58 : Forces exercées par la charge $+q_A$ sur la charge $+q_B$ placée en différents points de l'espace autour de $+q_A$

La charge $+q_B$ est repoussée quelle que soit sa position autour de $+q_A$.

2) Remplaçons la particule chargée $+q_A$ par une autre charge de signe contraire $-q_c$ et modifions à chaque fois la place de $+q_B$.

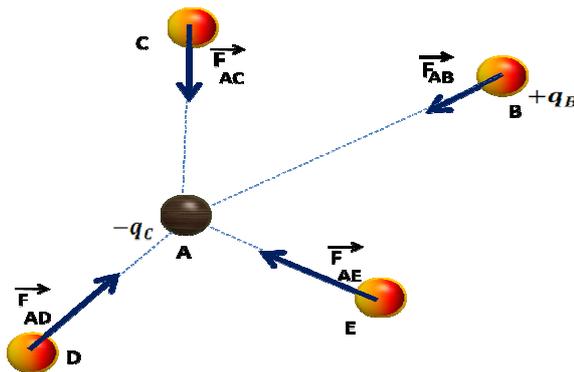


Figure 59 : Forces exercées par la charge $-q_c$ sur la charge $+q_B$ placée en différents points de l'espace autour de $-q_c$

Quelle que soit la place de la particule $+q_B$ autour de $+q_A$ elle est toujours repoussée.

De même, quelle que soit la place de la particule $+q_B$ autour de $-q_c$, elle est toujours attirée.

Les charges $+q_A$ et $-q_c$ modifient les propriétés de l'espace qui les entoure : toute autre charge placée dans cet espace subit une force coulombienne. Elle est attirée ou repoussée selon son signe. Cette modification est décrite par une quantité physique appelée **champ électrique** noté \vec{E} .

➤ Une charge électrique crée dans l'espace qui l'entoure un champ électrique \vec{E} . Toute autre charge électrique placée dans cet espace subit une force électrique. Cette force est d'autant plus forte que le champ est intense.

- Bramand, P et Faye, P. (1986) : *Physique 1res Set E*. France, Hachette.

II-2 Caractérisation d'un champ électrique

1) Prenons deux charges de même signe et éloignons les l'une de l'autre.

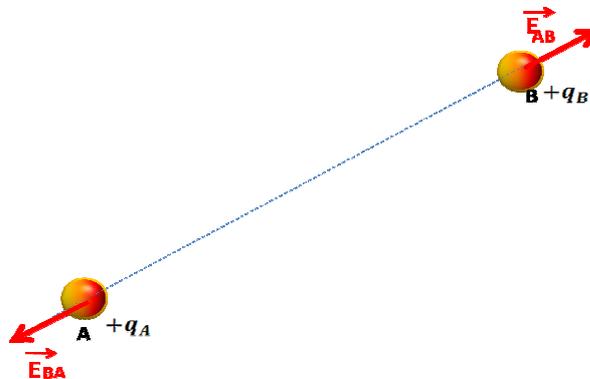


Figure 60 : Champ répulsif faible entre deux charges positives

La répulsion est faible. Le vecteur champ électrique créé par la charge $+q_A$ au point B est donc faible.

2) Rapprochons les deux charges.

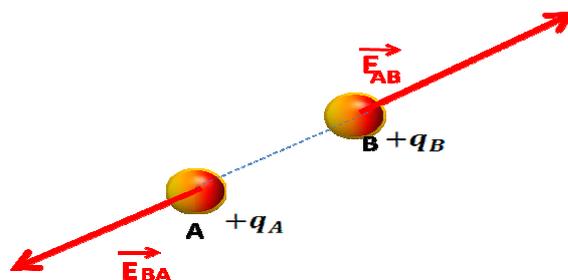


Figure 61 : Champ répulsif fort entre deux charges positives

La répulsion est forte. Le vecteur champ électrique est fort.

3) Si on remplace $+q_A$ par une autre charge $-q_{A'}$.

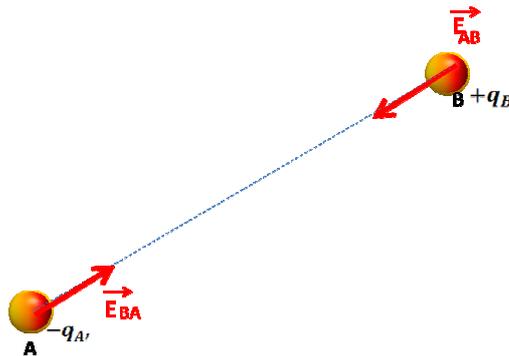


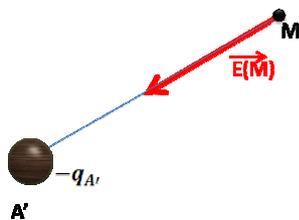
Figure 62 : Champ attractif entre deux charges de signe différent

La charge $+q_B$ est attirée.

L'intensité du champ électrique dépend de la distance r entre la charge qui crée le champ et le point où l'on évalue le champ. Le champ électrique est inversement proportionnel au carré de la distance r .

Le champ électrique créé par la charge négative $-q_{A'}$ au point B est **attractif** tandis que celui de $+q_A$ est **répulsif**.

Champ attractif



Champ répulsif

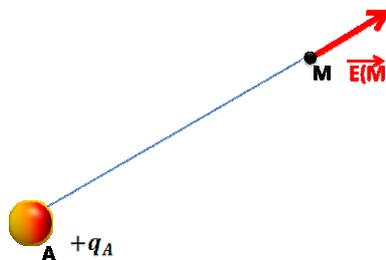


Figure 63 : Champ créé en un point M

4) Résumé :

Le champ électrique possède les caractéristiques suivantes :

- Le champ électrique créé par une particule positive est un champ répulsif.
- Le champ électrique créé par une particule négative est répulsif.

Le vecteur champ électrique est caractérisé par :

- **une direction** : la droite (AM) où A est la position de la charge et M un point

quelconque où l'on évalue ce champ.

- **un point d'application** : Le point M où l'on évalue le champ électrique.
- **un sens** : suivant \overrightarrow{MA} si la charge est négative (attractif) mais suivant \overrightarrow{AM} si la charge est positive.
- **une intensité** : dans un champ électrique, une charge q placée en un point M subit une

force . Alors $\|\vec{E}\| = \frac{\|\vec{F}\|}{|q|}$ ou $E = K \cdot \frac{|q|}{AM^2}$ avec $K = 9 \times 10^9 \text{ N.C}^{-2}\text{m}^{-2}$

$E(\text{N.C}^{-1})$ ou $E(\text{V.m}^{-1})$

Bourdais, J. et Blumeau, M. (1989) : *Physique terminale C et E* .paris, Bordas.

Remarque

- Selon la relation , la force et le champ créés au point M sont **colinéaires** mais leur sens dépend du signe de la charge .



Figure 64 : Force et champ électriques créés par des charges électriques

[fr.wikiversity.org/wiki/Champ électrostatique, potentiel](http://fr.wikiversity.org/wiki/Champ_électrostatique_potentiel)

<http://w3.iihe.ac.be/~cvdvelde/Info/Cours/ChapV.pdf>

II-3-Champ électrique uniforme

- Le champ électrique \vec{E} est uniforme si le vecteur champ électrique \vec{E} est **constant**. Le vecteur champ électrique conserve toujours son sens; sa direction et son intensité à chaque instant et à chaque point de l'espace.

Exemple : champ à l'intérieur d'un condensateur plan chargé

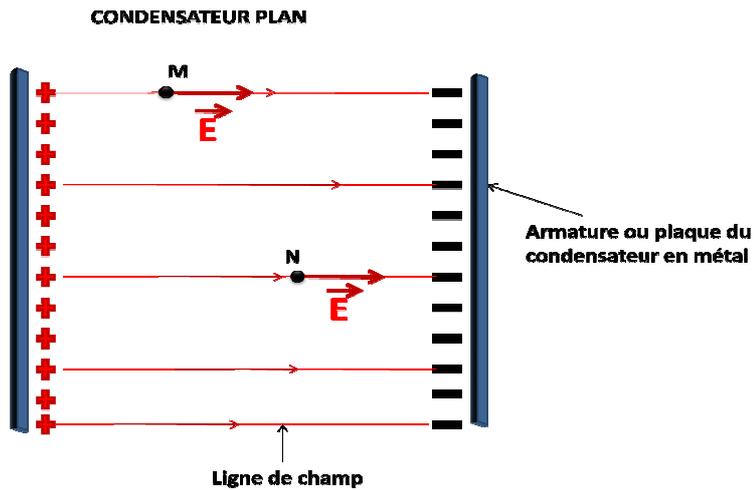


Figure 65 : Champ électrique uniforme à l'intérieur d'un condensateur électrique plan

En M ou N, le vecteur \vec{E} est toujours constant.

Remarque

- Les lignes de champ sont des lignes tangentes au vecteur champ électrique \vec{E} .
- Pour une charge négative ($-q$) les lignes de champ convergent mais pour une charge positive ($+q$), elles divergent.

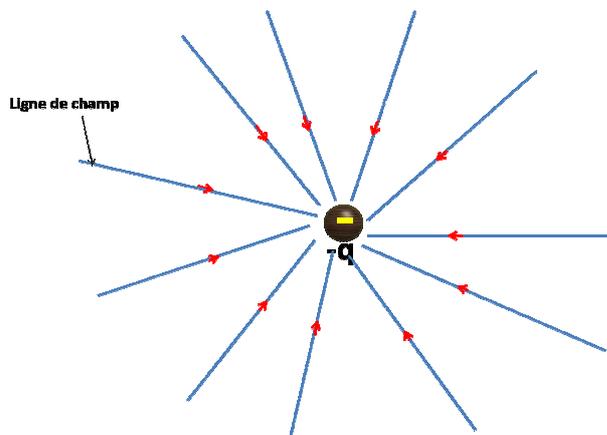


Figure 66 : Lignes de champ créées par une charge négative

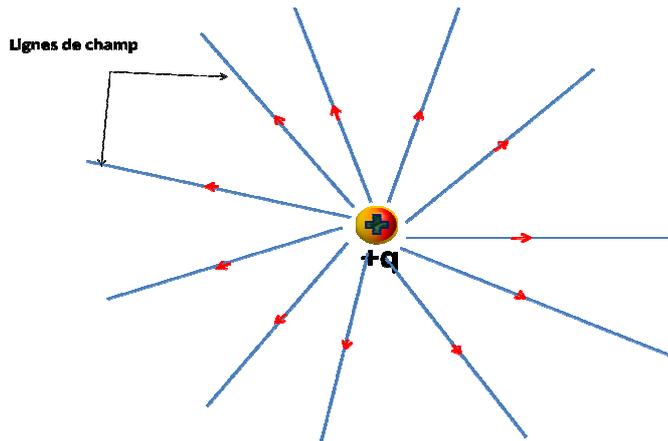


Figure 67 : Lignes de champ créées par une charge positives

Bourdaï, J. et Blumeau, M. (1989) : *Physique terminale C et E* .paris, Bordas.

III-PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

III-1 Le conducteur électrique et les métaux

Généralement, les conducteurs électriques sont des corps solides composés essentiellement par des métaux. Ils ont les propriétés de conduire le courant électrique et de transmettre la chaleur.

III-1-1 Structure des métaux

Les métaux que l'on rencontre fréquemment dans la vie quotidienne sont le cuivre, le fer, l'aluminium, l'acier, le zinc, l'or et l'argent.

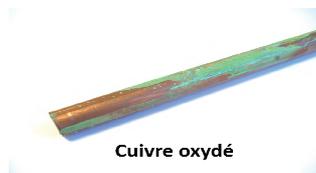


Figure 68: Schéma représentatif du cuivre, de zinc, de l'aluminium et de l'acier

Le cuivre : Cu

- ❖ Le cuivre est un élément chimique symbolisé par ${}^{64}_{29}\text{Cu}$.

Il est composé de **29 électrons et 29 protons**.

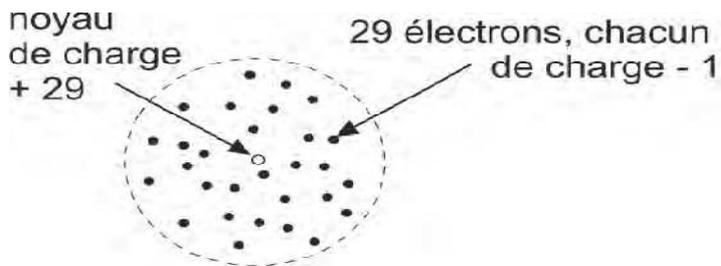


Figure 69: Structure globale de l'atome de cuivre

Le cercle en pointillé délimite la zone où peuvent se déplacer les électrons autour du noyau.

Le remplissage des couches électroniques de l'atome de cuivre est le suivant $[\text{Ar}]4s^13d^{10}$

- ❖ Ces électrons sont identiques mais ceux qui se trouvent sur la couche périphérique sont faiblement liés au noyau car les forces d'attraction entre proton-électron est faible à cause de la distance qui les sépare.

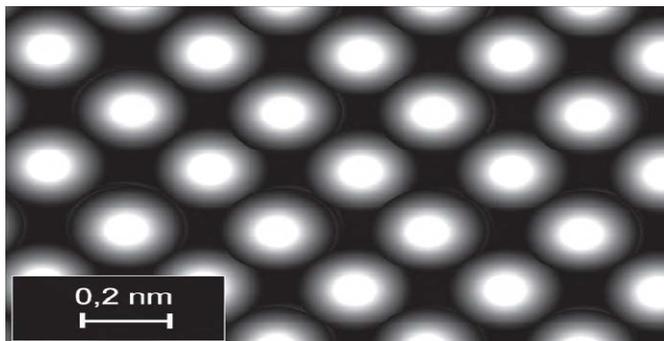


Figure 70: une Structure de la surface du cuivre métallique vue au microscope électronique agrandi jusqu'à 100 millions de fois.

A partir de cette structure, on voit que le métal cuivre est un empilement ordonné d'atomes de cuivre associé à des taches qui représentent **les nuages électroniques** de chaque atome.

❖ Les électrons faiblement **liés** aux noyaux sont appelés **électrons de conduction**.

Ce sont ces électrons qui assurent la conduction électrique des métaux.

Remarque

Le cuivre, l'argent, l'or, l'aluminium, le plomb et le fer ont une structure ordonnée du point de vue microscopique et forment un empilement compact : on dit qu'ils forment un même **réseau cristallin**. Leur structure cristalline est la **structure cubique face centrée (CFC)** : **les atomes occupent les centres des faces**.

Ce qui les diffère c'est leur nombre d'électrons : Fe ($Z = 26$), Zn ($Z = 30$),

Ag ($Z = 47$), Au ($Z = 79$) et Al ($Z = 13$).

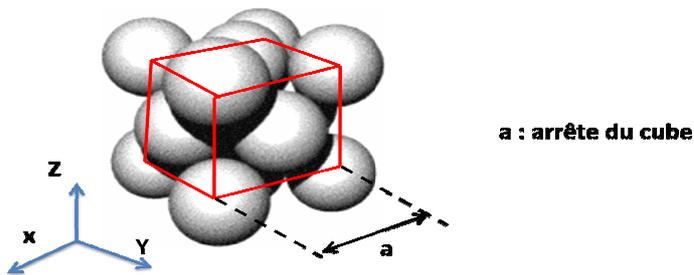


Figure 71: Maille cubique à face centrée

✚ En analysant le modèle microscopique de l'atome de cuivre, on peut le représenter par la figure suivante :

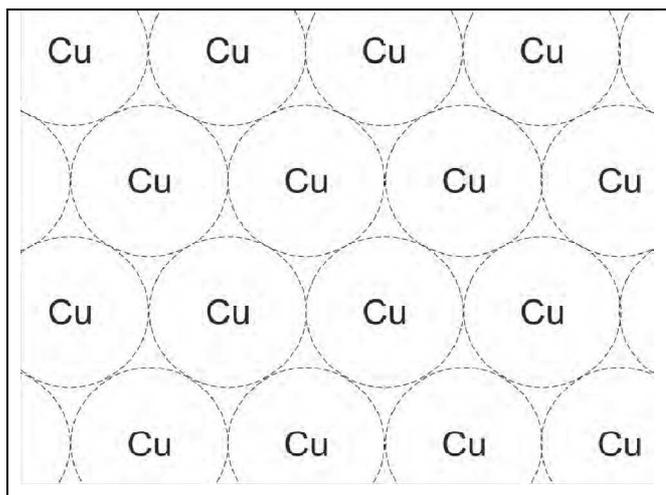


Figure 72 : Structure de la surface du métal cuivre agrandie vue au microscope électronique

Le cercle en pointillé délimite la zone où peuvent se déplacer les électrons autour du noyau.

III-1-2 Quelques propriétés de métaux

Le tableau ci-dessous décrit les propriétés de quelques métaux

Tableau 2 : Propriétés de quelques métaux

Indication	Fer	cuivre	zinc	aluminium
couleur	gris clair	rouge	gris clair	gris clair
Conductivité	Conduit le courant et la chaleur	conduit le courant électrique et la chaleur meilleur conducteur	conduit le courant électrique et la chaleur	conduit le courant électrique et la chaleur Un très bon conducteur, à condition qu'il soit très pur
Propriété magnétique	attiré par l'aimant, ce qui permet de le récupérer	n'est pas attiré par un aimant	n'est pas attiré par un aimant	n'est pas attiré par un aimant.

	facilement dans les centres de tri des déchets.			
Masse volumique (g / cm^3)	7,9	8,9	7,1	2,7
Température de fusion (°C)	1540 °C.	1083 °C	419 °C.	660 °C.

L© Cned,

Physique - Chimie 3^e)

III - 2 Phénomène d'influence électrique

III-2-1 Influence subie par un conducteur isolé

a) Fait expérimental 1

Soient A et B deux conducteurs tel que A est initialement chargé positivement et B neutre. Supposons que B est un conducteur isolé c'est-à-dire que le corps B et le sol ne sont pas en contact. Approchons le corps chargé positivement A de B.

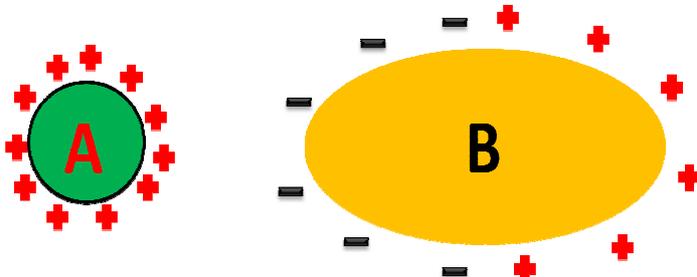


Figure 73: Influence d'un corps chargé A sur un conducteur B neutre

<http://www.fsr.ac.ma/cours/physique/tadili/ChapI6.pdf>

La répartition des charges au niveau du conducteur B est modifiée : des charges négatives s'accumulent sur l'extrémité en face de A et des charges positives sur l'extrémité opposée. Ces charges sont appelées charges induites. La charge totale de B reste nulle.

b) Interprétation

Sous l'action du champ électrique \vec{E} créé par le corps A, les électrons de conduction de B subissent les forces électriques $\vec{F} = -e \times \vec{E}$ et se déplacent vers A. Il y a alors un excès de charges négatives sur l'extrémité en face de A et un défaut de charges négatives sur l'autre extrémité qui est par conséquent chargée positivement.

On dit que le conducteur B est **influencé par A** : ce phénomène est appelé phénomène d'influence électrique.

Remarque :

- ✚ La charge totale de B est nulle. Le **conducteur B garde toujours sa neutralité** mais sous l'action du corps influençant A une nouvelle répartition de charges est induite sur B.
- ✚ Le corps A préalablement chargé est appelé **corps influençant ou inducteur** et le corps qui porte des charges induites par influence est **le corps influencé**.

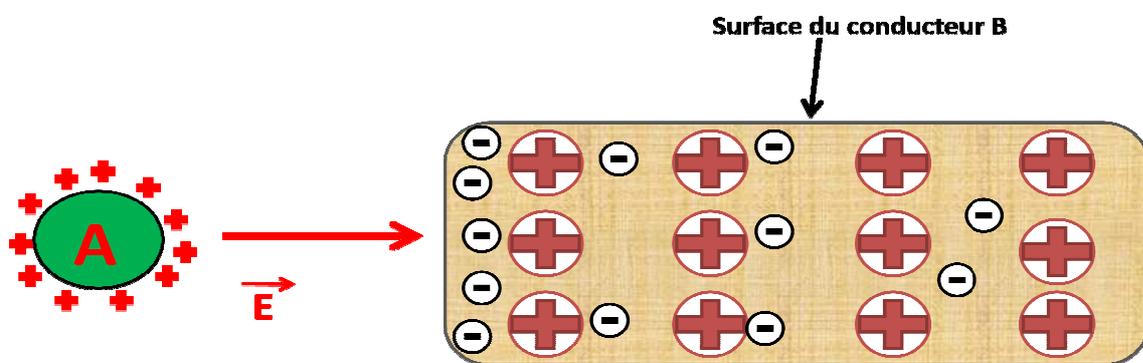


Figure 74: Redistribution des charges à la surface du conducteur B en présence du corps influençant A

- ✚ Si le corps A est chargé négativement, la surface de B, proche de A est chargée positivement et l'autre négativement.

III-2-2 Influence subie par un conducteur lié au sol

a) Fait expérimental 2

On relie le corps B au sol et on approche le corps influençant A.

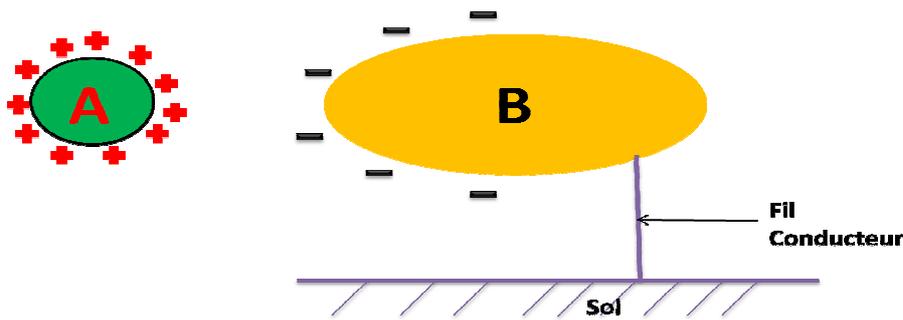


Figure 75: Influence du corps chargé A sur le conducteur B lié au sol

- Fraudet, H et Milsant, F. (1978) : Cours d'électricité. Paris, Eyrolles.

b) Interprétation

En présence du corps influençant A, le corps B est influencé. Si B est isolé du sol, ses extrémités portent des charges de signes contraires : la partie proche de A se charge négativement tandis que l'extrémité opposée est chargée positivement.

Quand on relie le conducteur B au sol en présence de l'inducteur A :

- la partie de B proche de A porte toujours des charges négatives : en effet ces charges ne s'écoulent pas vers le sol mais sont retenues/attirées par les charges positives de A.
- l'extrémité opposée n'est plus chargée : en effet, le sol est un grand réservoir d'électrons et des électrons viennent du sol et neutralisent les charges positives qui se trouvent à cet endroit.

III- 3 –Electrisation par influence

III-3-1 aspect corpusculaire de l'électrisation

a) Fait expérimental 1

Deux baguettes en plastique frottées avec le même tissu de soie et placées l'une à côté de l'autre se repoussent.

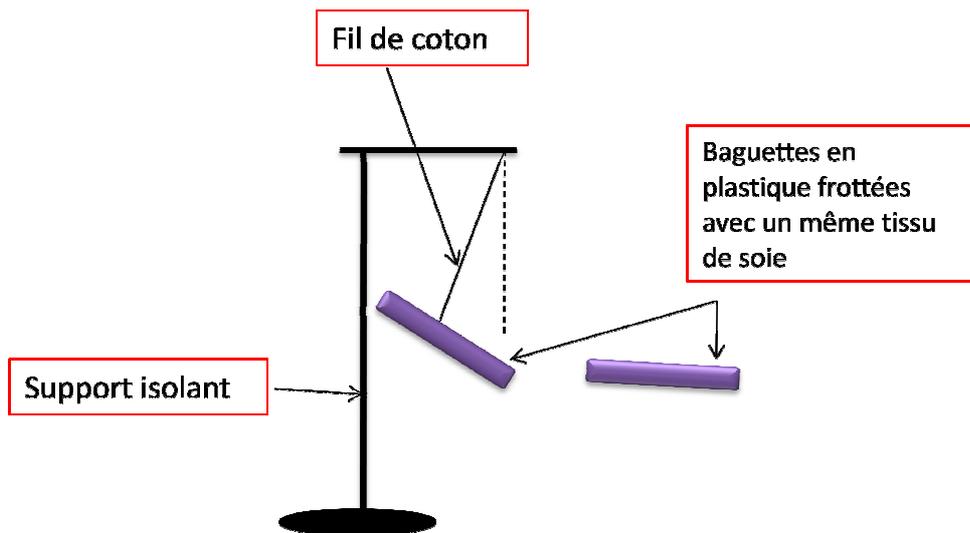


Figure 76 : Répulsion entre deux baguettes de même nature et frottées avec le même tissu de soie

Ceci amène à la conclusion que des charges électriques de même nature sont développées au niveau des baguettes lors du frottement.

b) Fait expérimental 2

Une attraction apparaît lorsqu'immédiatement après le frottement on approche le tissu de soie de la baguette qui est suspendue au fil de coton. On en conclut que des charges de signes contraires apparaissent sur la baguette et le chiffon de soie.

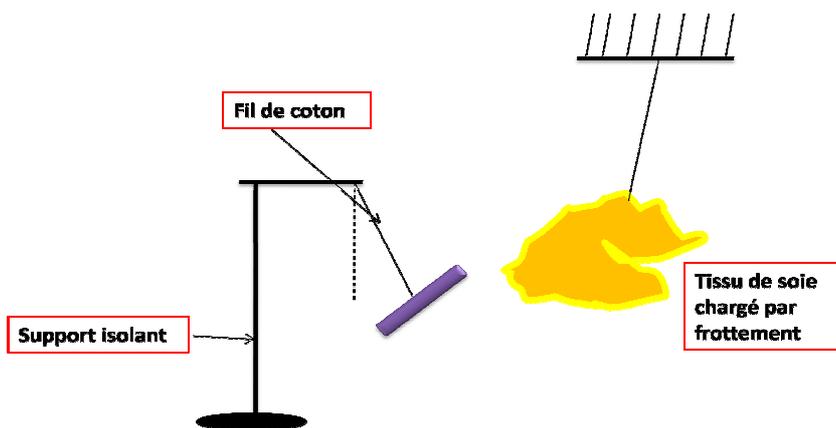


Figure 77 : Attraction entre la baguette chargée et le chiffon de soie chargé par frottement

Ces résultats impliquent qu'il y a arrachement ou ajout d'électrons au niveau de la baguette ou du chiffon de soie.

Le corps dont les électrons périphériques sont faiblement liés que ceux de l'autre cède des électrons et par conséquent est chargé positivement. Le corps qui reçoit les électrons qui sont arrachés est chargé négativement.

Le frottement développe des charges égales mais de signes contraires sur deux corps qu'on frotte l'un sur l'autre.

III – 3 -2 Mise en évidence de l'électrisation par influence

- a) Soit une petite boule métallique accrochée à un fil isolant et en contact avec une règle en plastique chargée positivement par frottement (figure 1).

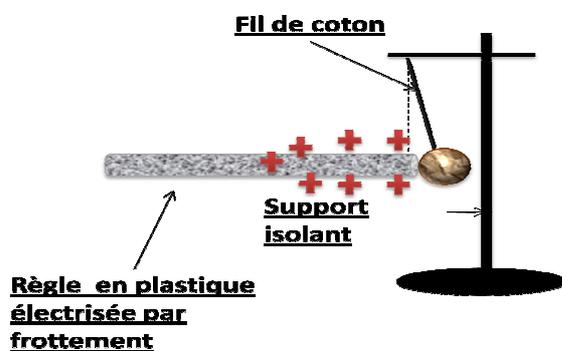


Figure 1

Figure 78 : Petite boule métallique en contact avec une règle en plastique chargée par frottement

- b) Soient deux tiges métalliques A et B en contact et placées sur des supports isolants. Approchons de ces tiges la règle en plastique préalablement chargée par frottement (figure 2)

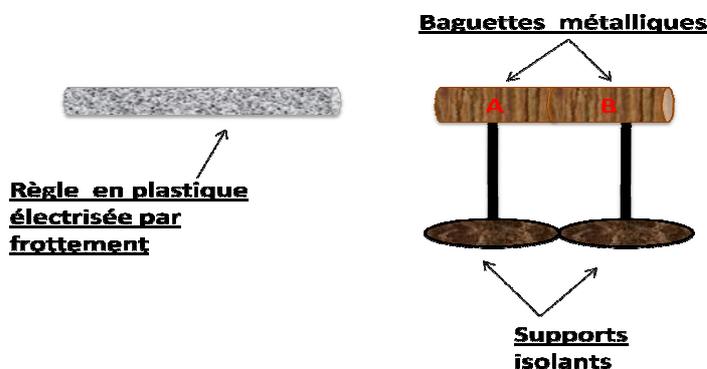


Figure 2

Figure 79 : Deux baguettes métalliques en contact et en présence de la règle en plastique électrisée

- c) En présence de la règle en question, séparons les deux tiges métalliques par l'intermédiaire des supports isolants (figure 3).

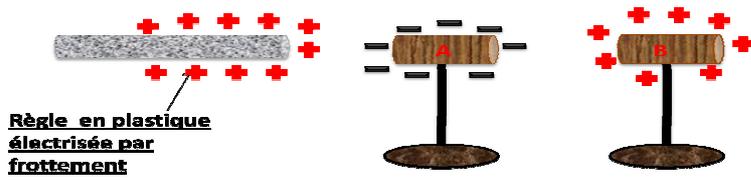


Figure3

Figure 80:« Séparation des deux baguettes métalliques en présence de la règle chargée »

- d) Enlevons la règle et approchons successivement la boule métallique des deux tiges (figure 4 et figure 5)

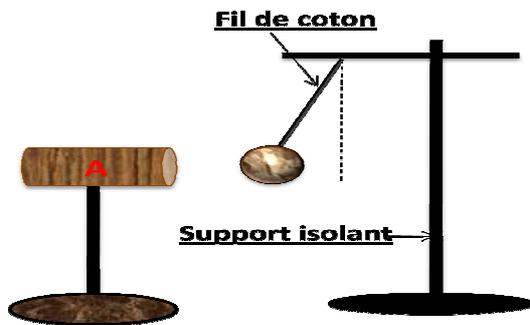


Figure 4

Figure 81 : « Boule métallique attirée par la baguette A »

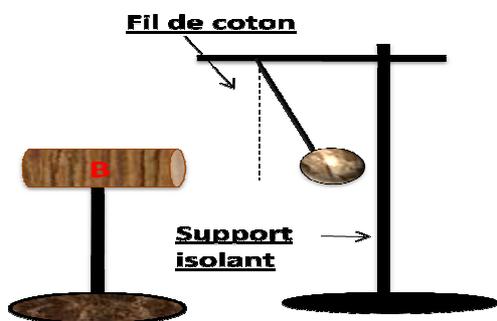


Figure 5

Figure 82:« Boule métallique repoussée par la baguette B »

Observation

- La baguette métallique A attire la petite boule métallique
- La baguette métallique B repousse la petite boule métallique.

Explication

- Figure 1 : la petite boule porte des charges positives (électrisation par contact avec la règle chargée positivement)

Figure 2 : les deux corps métalliques A et B en contact forment un seul conducteur (A + B). Il y a ici une influence électrique de la règle chargée sur le conducteur (A + B). Une redistribution de charges apparaît dans le conducteur (A + B). La règle étant chargée positivement, les électrons de conduction de A et B sont attirés vers l'extrémité proche de la règle :

- il y a un excès d'électrons sur A et un déficit électronique au niveau de B ; la baguette A est chargée négativement et la baguette B positivement.
- Figure 3 : Les deux métaux gardent leurs charges respectives quand on les sépare en présence de la règle chargée :
 - les corps A et B sont maintenant séparés ; A porte des charges négatives et B porte des charges positives.

On dit que A et B sont **électrisés par influence**. Ce phénomène d'électrisation s'appelle **électrisation par influence**.

L'attraction et la répulsion décrites dans les figures 4 et 5 confirment cette électrisation par influence c'est-à-dire l'existence des charges sur A et B

IV-LE PHENOMENE DE POLARISATION

IV-1 Le moment dipolaire

Un dipôle élémentaire est constitué par deux charges fixes et constantes $+q$ et $-q$, séparées par une petite distance.

Plaçons un dipôle dans une région où règne un champ électrique uniforme :

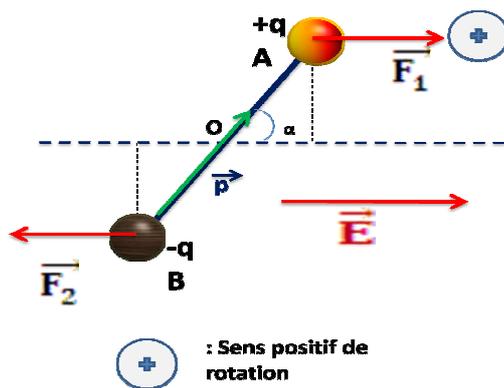


Figure 83 : Dipôle électrique dans un champ électrique uniforme

Sous l'action du champ électrique \vec{E} , les charges $+q$ et $-q$ subissent respectivement les forces électrostatiques $\vec{F}_1 = q\vec{E}$ et $\vec{F}_2 = -q\vec{E}$. Ces deux forces sont parallèles, ont le même module mais sont de sens contraire. Elles forment un couple de force. Sous l'action de ce couple, le dipôle tourne autour de son centre O et tend à s'aligner avec le champ électrique \vec{E} .

Le moment par rapport à O de ce couple est

$$\vec{M}_{C/O} = \vec{OA} \wedge \vec{F}_1 + \vec{OB} \wedge \vec{F}_2 = (\vec{OA} - \vec{OB}) \wedge \vec{F}_1 = q\vec{BA} \wedge \vec{E} = \vec{p} \wedge \vec{E}$$

$\vec{p} = q\vec{BA}$ est appelé **moment dipolaire électrique**. Ainsi, tout dipôle électrique séparé par une petite distance possède un moment dipolaire dirigé de la charge négative vers la charge positive.

Soit $AB = L$ la distance séparant les deux charges $+q$ et $-q$: la valeur du moment par rapport à O est :

$$M_{C/O} = \frac{L}{2} F_1 \sin \alpha + \frac{L}{2} F_2 \sin \alpha = q L E \sin \alpha = p E \sin \alpha$$

avec $\alpha = (\vec{E}; \vec{AB})$

IV-2 Molécules polaires et molécules non polaires

IV-2-1- Molécules polaires

On appelle **molécule polaire**, toute molécule qui possède un moment dipolaire propre ou

permanent \vec{p} .

Une molécule polaire est assimilée à un dipôle électrique car le barycentre des charges négatives ne coïncide pas avec celui des charges positives.

Exemple : molécule d'eau H_2O

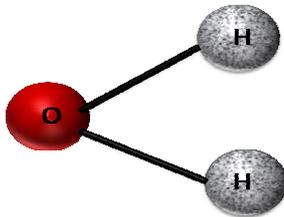


Figure 84 : Molécule d'eau

On peut la représenter plus simplement comme suit :



Figure 85 : Molécule polaire

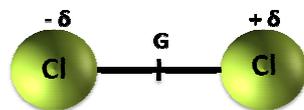
- Fleury, P et Mathieu, J. (1962) : *Electrostatiques, courants continus, magnétisme* .Paris, Eyrolles.

IV-2-2- Molécules non polaires

Ce sont des molécules qui n'ont pas des moments dipolaires électriques permanents.

Le centre de gravité des charges négatives et celui des charges positives se trouvent au même point (ils se coïncident) et la distance r séparant les deux charges $+q$ et $-q$ est nulle.

Exemple : les molécules de N_2 , Cl_2 , C_6H_6 ont un centre symétrie.



Molécule du gaz dichlore Cl_2

G : centre de gravité des charges électriques

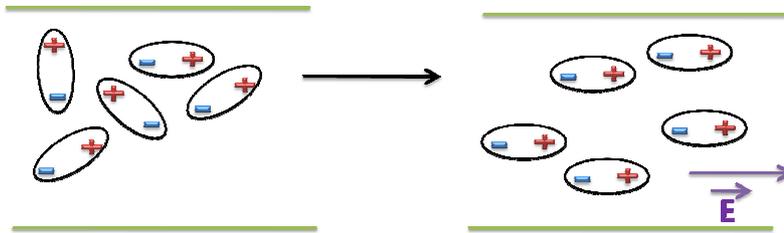
Figure 86 : Molécule du gaz dichlore.

IV-3 – Polarisation d'orientation et polarisation électronique

IV-3-1 Polarisation d'orientation

a) **Expérience**

Considérons des molécules polaires. En l'absence de champ électrique, leurs moments dipolaires sont orientés au hasard. En présence d'un champ électrique appelé aussi champ excitateur, chaque dipôle subit un couple de forces qui tend à l'aligner avec le champ.



En absence du champ électrique En présence du champ électrique

Figure 87 : Molécules polaires dans un champ électrique uniforme

Les corps composés des molécules polaires ou non polaires sont appelés diélectriques.

b) **Interprétation**

Les molécules polaires s'orientent dans le sens du champ électrique \vec{E} .

Les charges fictives positives et négatives au niveau des atomes qui constituent les molécules polaires sont soumises à deux forces électriques $\vec{F}_1 = -q\vec{E}$ et $\vec{F}_2 = +q\vec{E}$

Ces deux forces les font tourner autour de leurs centres d'inertie. Ces molécules vont alors s'aligner avec le champ \vec{E} : c'est la **polarisation d'orientation**.

IV-3-2 Polarisation électronique

Le phénomène de polarisation électronique concerne aussi bien les molécules que les atomes. Considérons le cas des atomes.

Un atome libre possède un noyau à symétrie sphérique ou sensiblement sphérique et un nuage d'électrons. Les centres de gravité des charges négatives (nuage électronique) et des charges positives (noyau) coïncident et l'atome n'a pas de moment dipolaire propre.

a) **Expérience**

Plaçons un tel atome dans une région où règne un champ électrique uniforme \vec{E} .

b) **Interprétation**

Le centre des charges négatives se détache du centre des charges positives et cet atome devient un petit dipôle qui va s'orienter dans le sens du champ. Il y a donc apparition d'un moment dipolaire induit.

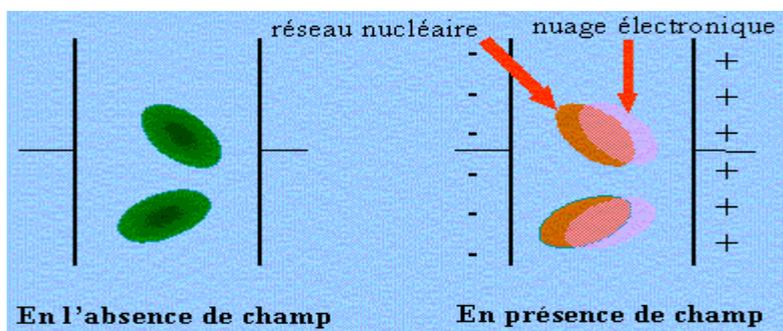


Figure 88 : Effet du champ électrique sur un atome.

(LANGEVIN: <http://www.ob-ultrasound.net/langevin.html>)

IV-3-3 Résumé

En présence d'un champ électrique, les molécules / atomes sont polarisés et un moment dipolaire se crée.

Le tableau qui suit donne les moments dipolaires de quelques molécules.

Tableau 3 : moments dipolaires de quelques molécules gazeuses.

M	Moment dipolaire (Debye)	M	Moment dipolaire (Debye)	M	Moment dipolaire (Debye)
HF	1,92	CO ₂	0,00	CH ₃ NH ₂	1,31
HCl	1,08	NH ₃	1,4	C ₆ H ₅ Cl	1,69
HI	0,38	PCl ₃	0,90 - 1,16	<i>o</i> -C ₆ H ₅ Cl ₂	2,50
DCl	1,08	SnCl ₄	0,95	<i>m</i> -C ₆ H ₅ Cl ₂	1,72
H ₂ O	1,87	SnI ₄	0,0	<i>p</i> -C ₆ H ₅ Cl ₂	0,0
H ₂ O ₂	2,13 ± 0,05	TiCl ₄	0,0	C ₆ H ₆	0,0
H ₂ S	1,1	CH ₄	0,0	C ₆ H ₅ OH	1,45
H ₂ Se	0,62	CH ₃ Cl	1,05	C ₂ H ₆	0,0
SO ₂	1,60	CH ₂ Cl ₂	1,60	C ₃ H ₈	0,084

SO ₃	0,00	CHCl ₃	1,94	HCHO	2,33
NO	0,16	CCl ₄	0,0	CH ₃ CHO	2,69
CO	0,10	CH ₃ OH	1,70	CH ₃ COOH	1,74
1 Debye = 3,336 10 ³⁰ C·m.					

On trouvera d'autres valeurs de moments dipolaires dans : *Selected values of electric dipole moments for molecules in the gas phase*, NSRDS-NBS 10, U.S. Dept of Commerce, septembre 1967.

(LANGEVIN: <http://www.ob-ultrasound.net/langevin.html>)

IV-4 Polarisation d'un diélectrique

IV-4-1 les diélectriques

Définition

Les **diélectriques** sont des isolants électriques. Ce sont des milieux dans lesquels les charges électriques ne sont pas libres.

IV -4 – 2 Relation entre le champ électrique \vec{E} et le vecteur polarisation \vec{P}

Prenons un diélectrique constitué par des molécules polaires et plaçons le dans un milieu où règne un champ électrique uniforme \vec{E}_0 (ex : la région entre les armatures chargées d'un condensateur plan)

Les moments dipolaires des molécules tendent à s'aligner avec le champ électrique. Le diélectrique est polarisé. Cette polarisation induit sur la surface du diélectrique des charges positives et négatives d'où l'apparition d'un champ induit \vec{E}_i contraire au champ \vec{E}_0 qui règne à l'intérieur du condensateur. Un champ de vecteur appelé « vecteur de polarisation » \vec{P} règne dans le diélectrique.

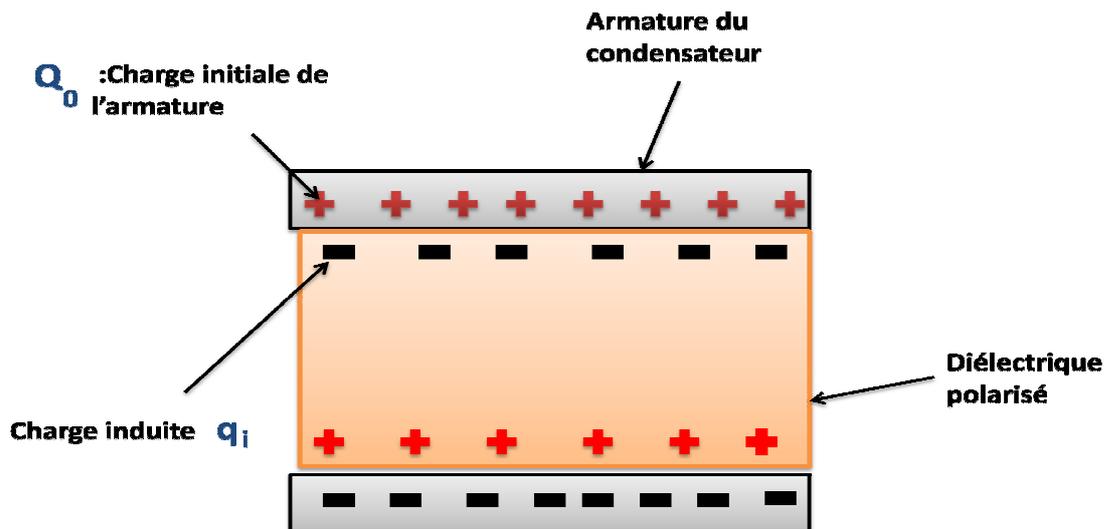


Figure 89: Polarisation d'un diélectrique situé entre les armatures d'un condensateur chargé

➤ Surface gaussienne :

On appelle **surface gaussienne**, toute surface portant de charge électrique.

➤ Champ total en présence du diélectrique

\vec{E}_0 : Champ à l'intérieur du condensateur sans le diélectrique

\vec{E}_i : Champ induit créé par les charges induites

\vec{E} : champ total de l'ensemble

On a $\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}_i$

En termes de norme, $E = E_0 - E_i$

Alors , $E \leq E_0$

➤ Le potentiel : V

$V_0 = E_0 \times d$: potentiel sans le diélectrique avec d est la distance entre les armatures.

$V_d = E \times d$: potentiel en présence du diélectrique

Par suite , $\frac{V_0}{V_d} = \frac{E_0 \times d}{E \times d} = \frac{E_0}{E} = \epsilon_r$: **constante du diélectrique**

La constante du diélectrique a aussi pour expression $\epsilon_r = \frac{C_d}{C_0} > 1$ car $V_0 > V_d$.

Le diélectrique a donc pour rôle d'augmenter la capacité **C** du condensateur.

➤ **Application de la loi de Gauss**

Considérons les surfaces gaussiennes ci-dessous

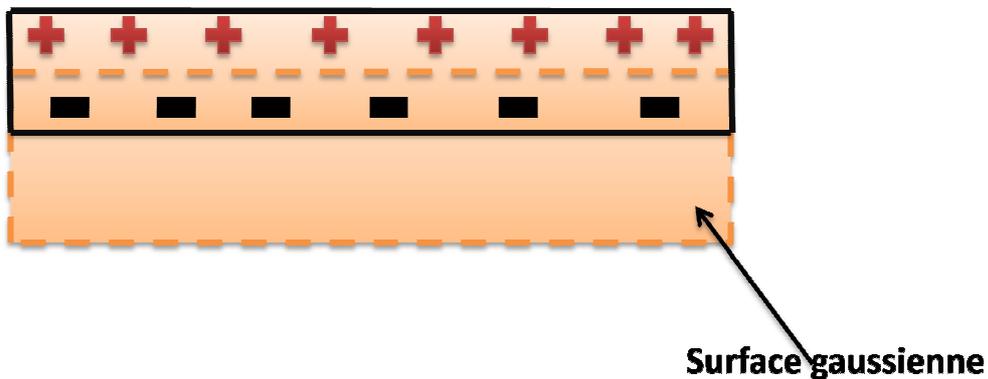


Figure 90 : Surface gaussienne

La charge totale sur la surface gaussienne est : $q = Q_0 - Q_i$

Q_0 : charge de l'armature en absence du diélectrique

Q_i : charge induite

q : charge nette de la surface gaussienne

Selon la relation de Gauss, on a

$$\int \vec{E} d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

En intégrant , on obtient

$$E \times S = \frac{q}{\epsilon_0} = \frac{Q_0 - Q_i}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q_0}{\epsilon_0 S} - \frac{Q_i}{\epsilon_0 S}$$

$$\text{Or } E = \frac{E_0}{\epsilon_r} = \frac{Q_0}{\epsilon_r \epsilon_0 S} \quad (1)$$

$$\text{Donc, } \frac{Q_0}{\epsilon_r \epsilon_0 S} = \frac{Q_0}{\epsilon_0 S} - \frac{Q_i}{\epsilon_0}$$

$\epsilon_r \epsilon_0$: permittivité du diélectrique

$$\text{D'où, } Q_i = Q_0 \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right) \quad (2)$$

➤ Relation entre le champ \vec{E} et le vecteur polarisation \vec{P}

$$\text{Par définition, la polarisation est } P = \frac{Q_i \times d}{V} \text{ et } E = \frac{E_0}{\epsilon_r} = \frac{Q_0}{\epsilon_r \epsilon_0 S}$$

Avec $V = S \times d$: volume du diélectrique

$$\text{De (2), } Q_i = Q_0 \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right)$$

$$\frac{Q_i \times d}{\epsilon_0 S \times d} = \frac{Q_0}{\epsilon_0 S} \left(\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r}\right)$$

$$\frac{P}{\epsilon_0} = \frac{E_0}{\epsilon_r S} (\epsilon_r - 1) \quad (3)$$

$$\text{De (1), } E = \frac{E_0}{\epsilon_r}$$

(3) devient ,

$$\frac{P}{\epsilon_0} = E(\epsilon_r - 1)$$

$$\text{Ainsi, } P = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E$$

En termes de vecteur,

$$\vec{P} = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) \vec{E}$$

ϵ_0 : perméabilité du vide
 ϵ_r : perméabilité du milieu

Les figures ci-dessous résument ce processus.

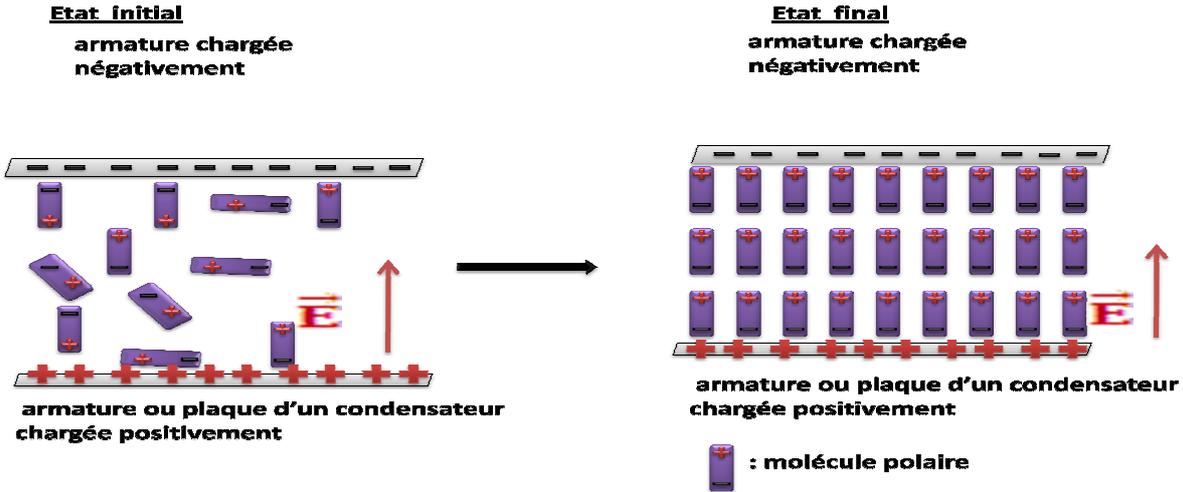


Figure 91: Orientation des molécules polaires dans un diélectrique placé dans un champ électrique

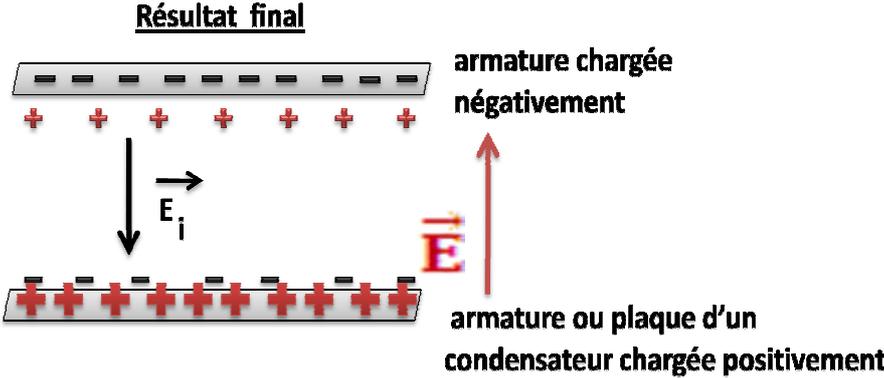


Figure 92 : Champ induit dans un diélectrique

Remarque :

- Le condensateur est utilisé comme :
 - Constituants des filtres en téléphonie ou en électronique

- Correcteur de facteur de puissance en courant alternatif, dans les circuits récepteurs ou émetteurs radio
- Circuit d'allumage dans le moteur à explosion.
- Plus la constante du diélectrique ϵ_r est grande, plus le condensateur est efficace et le courant se manifeste sous forme d'étincelle.

Voici quelques valeurs de la constante des diélectriques correspondants à quelques isolants :

Tableau 4 : Constantes diélectriques de quelques substances

Diélectrique	ϵ_r
Air sec(1 atm)	1,00058
Pétrole	2,1
Huile minérale	2,1
Paraffine	2,1
Papier paraffiné	2,5
Verre	4 à 7
Mica	8
Soufre	4,1
Eau pure	80
Silicones, porcelaine, stéatite (bien sec)	Plus de 1000(ce sont des superisolants)

Annequin,R et Boutigny, J. (1976) : *cours de science physiques*. Paris, Vuibert.

DEUXIEME PARTIE

Le module d'apprentissage

PRESENTATION DU DIDACTICIEL

I-1 – Introduction

Cette deuxième partie présente le didacticiel que nous avons développé pour l'étude des phénomènes d'influence électrique et de polarisation électrique.

Il est élaboré à partir du langage Action Script 2 de Macromedia Flash Professionnel 8. Ce logiciel procure beaucoup d'avantage car son extension « .exe » permet à tout ordinateur de le lire sans difficulté.



I-2 – Contenus du didacticiel :

Les séquences **d'enseignement/apprentissage** commencent par la présentation des **objectifs généraux et des objectifs spécifiques**. Elle s'adresse à l'apprenant(e) et le (la) renseigne sur le savoir et savoir-faire qu'il (elle) doit acquérir et maîtriser à l'issue des modules.

Cette présentation est suivie d'un contrôle des connaissances nécessaires pour la compréhension des différents thèmes que l'on se propose d'étudier. Ce test des pré-requis porte sur « **l'atome** » et sur « **le champ électrique** ».

Le processus **d'électrisation par frottement** est ensuite révisé .Son étude est approfondie. L'objectif étant d'enrichir les connaissances de l'apprenant (e) sur ce phénomène physique et de consolider les acquis dans les classes antérieures.

Les phénomènes d'influence électrique et de polarisation électrique constituent les principaux objets d'étude du présent didacticiel.

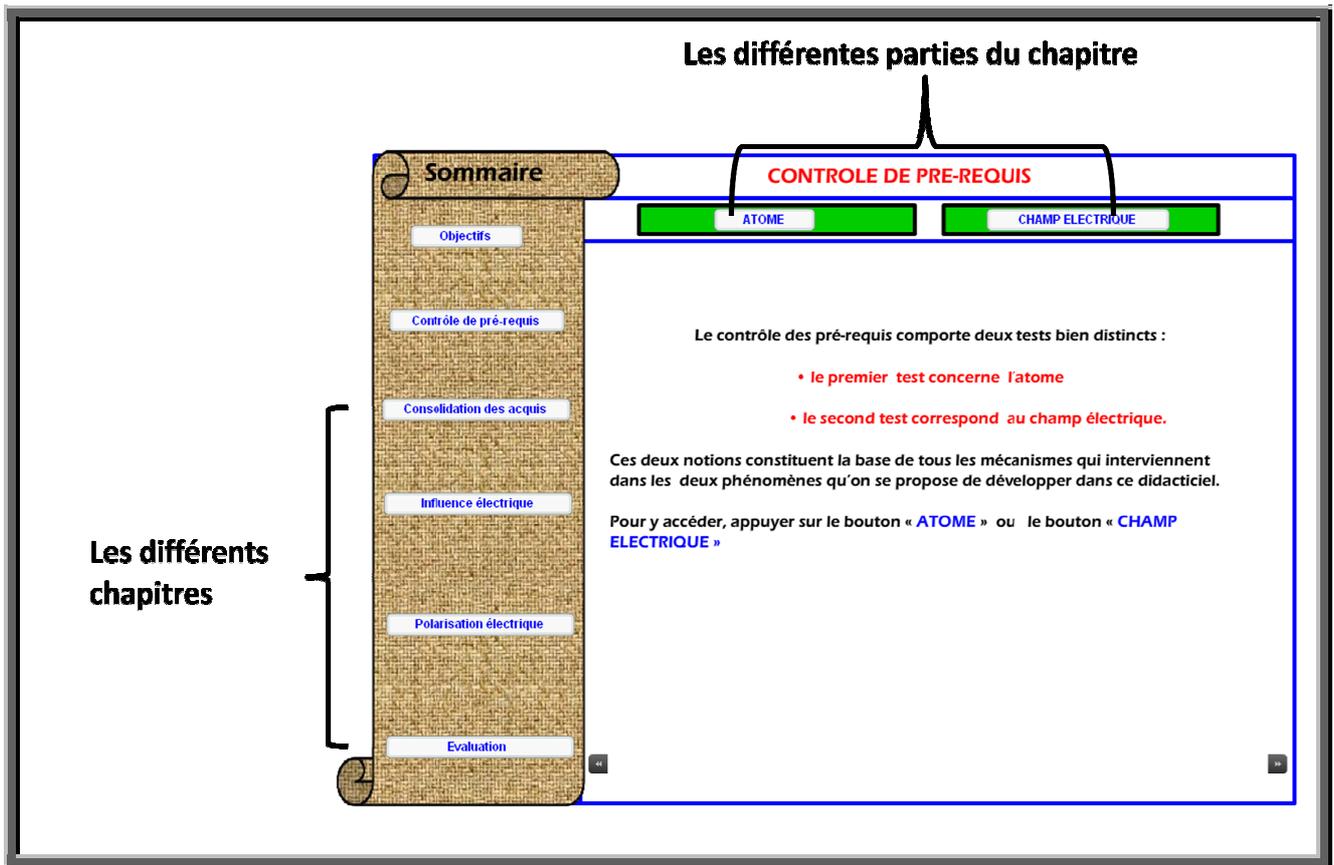
Le « **phénomène d'influence électrique** » aborde la structure des solides métalliques, l'influence électrique et l'électrisation par influence .Le chapitre « **phénomène de polarisation électrique** » s'appuie sur la polarisation d'orientation et la polarisation électronique et l'effet du champ électrique sur les diélectriques.

Une évaluation termine les séquences d'enseignement/apprentissage.

I-3– Mode d'emploi du didacticiel :

Son utilisation est simple .Chaque page comporte :

- Un bouton «  » pour avancer
- Un bouton «  » pour revenir à la page précédente.
- Pour accéder aux chapitres étudiés, aux objectifs à atteindre et au contrôle des pré-requis, on clique sur leurs intitulés qui se trouvent dans une colonne située à gauche de chaque page.
- Pour accéder aux différentes parties d'un chapitre, on clique sur leurs intitulés qui figurent en haut de chaque page.



Les différentes rubriques du didacticiel sont aussi accessibles à partir de la page « contenu du didacticiel » en cliquant toujours sur le thème qui intéresse l'utilisateur.

I-4- Les pages du didacticiel :

La première page est introduite le thème d'étude.

INTRODUCTION

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

Ce cours s'adresse aux élèves de 1^{ère} et terminales scientifiques.

Il aborde le phénomène d'influence électrique et le phénomène de polarisation électrique.

Pour le suivre sans difficulté, l'élève doit :

- **maîtriser la structure d'un atome**
- **être capable de décrire les caractéristiques d'un champ électrique créé par des particules chargées**
- **être capable d'expliquer l'action d'un champ électrique sur une particule chargée**

démarrer | Ressource numérique... | Macromedia Flash Pla...

On arrive sur la fenêtre « **contenu** » du didacticiel.

Contenu du didacticiel.

The screenshot shows a software interface with a sidebar on the left and a main content area on the right. The sidebar is titled "Sommaire" and contains a scrollable list of topics: Objectifs, Contrôle de pré-requis, Consolidation des acquis, Influence électrique, Polarisation électrique, and Evaluation. The main content area is titled "CONTENU" and contains a list of content items: PLAN, OBJECTIFS, CONTROLE DE PRE-REQUIS, CONSOLIDATION DES ACQUIS, INFLUENCE ELECTRIQUE, POLARISATION ELECTRIQUE, and EVALUATION. The interface is displayed on a Windows XP desktop with a taskbar at the bottom showing the "démarrer" button and several open applications.

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONTENU

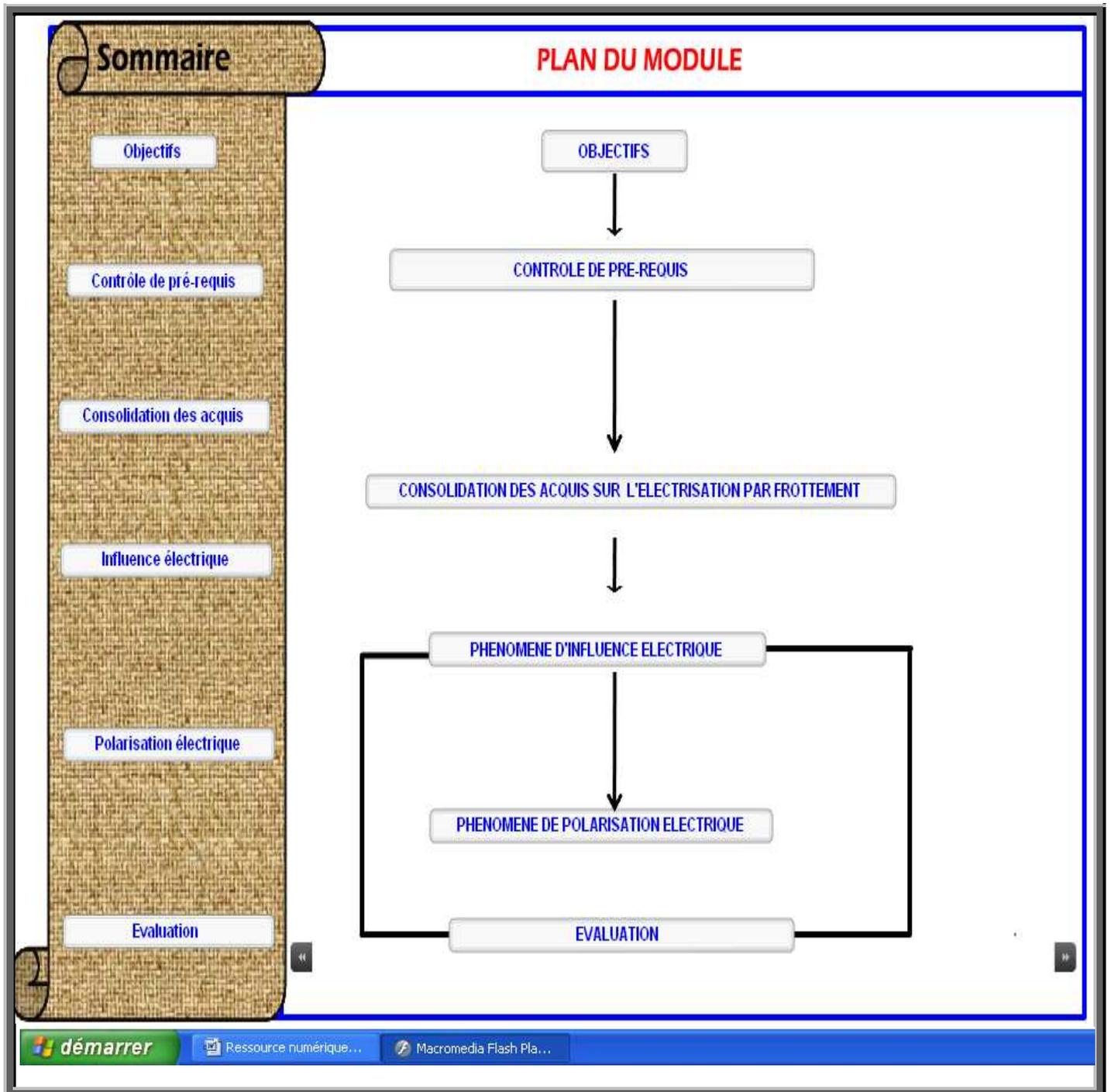
Dans cette page d'accueil ,figurent tous les contenus du didacticiel .

- PLAN
- OBJECTIFS
- CONTROLE DE PRE-REQUIS
- CONSOLIDATION DES ACQUIS
- INFLUENCE ELECTRIQUE
- POLARISATION ELECTRIQUE
- EVALUATION

L'utilisateur choisit ensuite le thème qu'il veut consulter ou étudier en cliquant dessus.

Les différentes pages correspondantes sont reproduites ci-après.

➤ Plan du module



➤ Objectifs

Sommaire

OBJECTIFS DU MODULE

Objectifs généraux :
L'élève doit être capable d' :

- expliquer le phénomène de polarisation
- expliquer le phénomène d'influence

Objectifs spécifiques
L'élève doit être capable de (d') :

- mettre en évidence l'électrisation par frottement et par influence
- identifier la nature des charges portées par un corps électrisé
- mettre en évidence l'aspect corpusculaire de l'électrisation
- définir le moment dipolaire électrique
- décrire le comportement d'un dipôle électrique dans un champ électrique
- mettre en évidence le phénomène de polarisation électrique

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

➤ Pré-requis

Sommaire

CONTROLE DE PRE-REQUIS

ATOME **CHAMP ELECTRIQUE**

Le contrôle des pré-requis comporte deux tests bien distincts :

- le premier test concerne l'atome
- le second test correspond au champ électrique.

Ces deux notions constituent la base de tous les mécanismes qui interviennent dans les deux phénomènes qu'on se propose de développer dans ce didacticiel.

Pour y accéder, appuyer sur le bouton « **ATOME** » ou le bouton « **CHAMP ELECTRIQUE** »

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

➤ Test de pré-requis sur l'atome

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

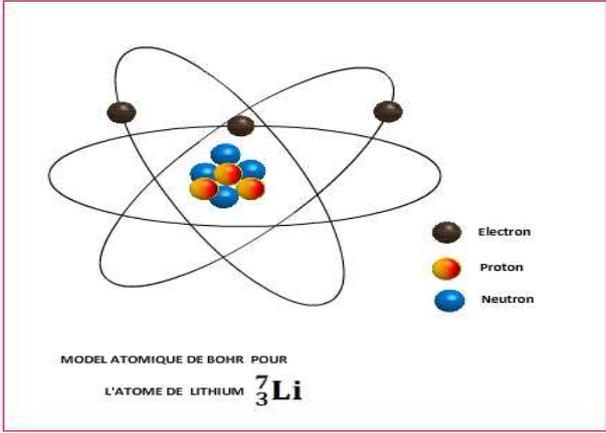
CONTROLE DE PRE-REQUIS

ATOME CHAMP ELECTRIQUE

Atome

Ce test est constitué de sept(7) questions .

On peut voir la réponse exacte dès qu'on a répondu aux questions en écrivant dans la zone de texte en « blanc » et en appuyant sur le bouton « valider ».



● Electron
● Proton
● Neutron

MODEL ATOMIQUE DE BOHR POUR
L'ATOME DE LITHIUM ${}^7_3\text{Li}$

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla... FR

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONTROLE DE PRE-REQUIS

ATOME CHAMP ELECTRIQUE

Atome

EXERCICE 1:
Compléter les cases vides :
Deux charges de même signe se.... et deux charges de signes contraires s'attirent.

REPONSE :
Deux charges de même signe se repoussent et deux charges de signes contraires s'attirent .

EXERCICE 2:
De quelles particules se compose le noyau d'un atome ?

Le noyau

REPONSE :
Le noyau d'un atome est constitué de protons et de neutrons .

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla... FR

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis**
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONTROLE DE PRE-REQUIS

ATOME

CHAMP ELECTRIQUE

Atome

EXERCICE 3:
Cocher la bonne réponse :

a) Le noyau est :

Chargé négativement

Chargé positivement

Neutre

VALIDER

REPONSE :
Le noyau contient des protons .Les protons sont chargés positivement et les neutrons sont des particules neutres : le noyau porte donc des charges positives

b) L'atome est :

électriquement neutre

Chargé positivement

Chargé négativement

VALIDER

REPONSE :
L'atome est constitué d'un noyau autour duquel gravitent des électrons qui sont chargés négativement .Le noyau contient des protons chargés positivement et des neutrons qui sont neutres. La charge d'un électron est égale en valeur absolue à la charge d'un proton .La charge totale de l'atome est donc nulle : l'atome est électriquement neutre.

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis**
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONTROLE DE PRE-REQUIS

ATOME

CHAMP ELECTRIQUE

Atome

EXERCICE 4 :
Enoncer la loi de Coulomb :

Deux ...

VALIDER

REPONSE :
Deux particules chargées au repos, dans le vide, situées à une distance grande devant leurs dimensions, exercent l'une sur l'autre, deux forces :

- égales en module
- opposées et dirigées suivant la droite qui les joint
- inversement proportionnelles au carré de la distance qui les sépare
- proportionnelles à chacune des charges

Sommaire

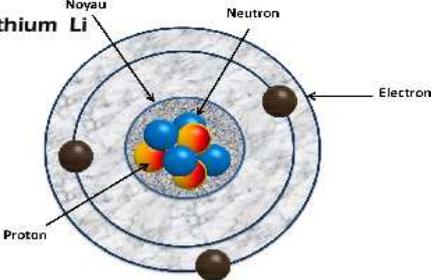
- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONTROLE DE PRE-REQUIS

ATOME
CHAMP ELECTRIQUE

Atome

EXERCICE 5 :
La figure ci-contre représente un atome de lithium Li



Lequel des trois électrons est le plus faiblement attiré par le noyau .Pourquoi ?

L'électron

VALIDER

REPONSE :
Deux charges de signes contraires s'attirent .Cette force d'attraction est faible quand la distance qui les sépare est grande (voir loi de Coulomb) .L'électron qui gravite sur l'orbitale la plus éloignée du noyau est faiblement attiré par ce dernier que les deux électrons qui gravitent à proximité .

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONTROLE DE PRE-REQUIS

ATOME
CHAMP ELECTRIQUE

Atome

EXERCICE 6 :
Expliquer la formation des ions positifs et des ions négatifs .

Quand un....

VALIDER

REPONSE :
Un atome qui gagne un électron devient un ion négatif car il possède un excès d'électrons que des protons.
Un atome qui perd un électron devient un ion positif : en effet, dans ce cas il y aura plus de protons que d'électrons dans l'atome.

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

➤ Test des pré-requis sur le « champ électrique »

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONTROLE DE PRE-REQUIS

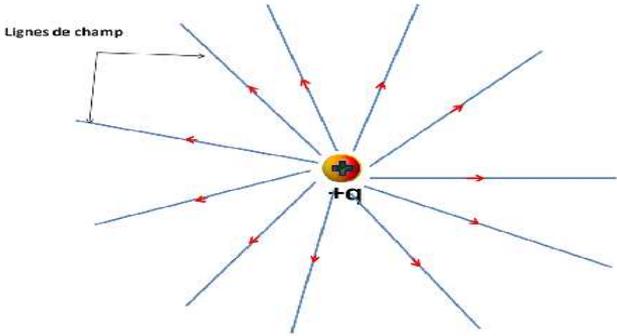
ATOME
CHAMP ELECTRIQUE

Champ électrique

- Le test de pré-requis sur le champ électrique est composé de trois questions dont deux sont des questions à choix multiple.

- La troisième porte sur la notion de force électrique subie par une particule chargée lorsqu'elle est placée dans un champ électrique.

- Le mode d'accès à ce test est identique à celui du test de pré-requis sur l'atome.



Lignes de champ créées par une charge positive

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONTROLE DE PRE-REQUIS

ATOME
CHAMP ELECTRIQUE

Champ électrique

EXERCICE 1:
Choisir la bonne réponse :

- Un aimant crée un champ électrique dans la région de l'espace qui l'entoure
- Un atome crée un champ électrique dans la région de l'espace qui l'entoure
- Une particule chargée crée un champ électrique dans la région de l'espace qui l'entoure

REPONSE :
Dans la région de l'espace où se trouve un corps chargé, règne un champ électrique

EXERCICE 2:
Décrire ce qui se passe quand une charge q est placée dans un champ électrique \vec{E}

Lorsqu'une

VALIDER

REPONSE :
Une charge q placée dans un champ électrique \vec{E} subit une force électrique $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$

- Si q positive (+), \vec{E} et \vec{F} sont de même sens .
- Si q négative (-), \vec{E} et \vec{F} sont de sens contraires

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONTROLE DE PRE-REQUIS

ATOME
CHAMP ELECTRIQUE

EXERCICE 3 : Champ électrique

Choisir la bonne réponse .
 q est une charge négative .Le champ créé en tout point de l'espace est décrit par :

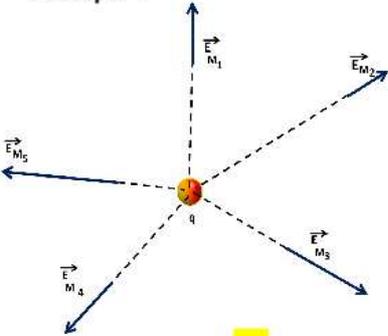


Figure a

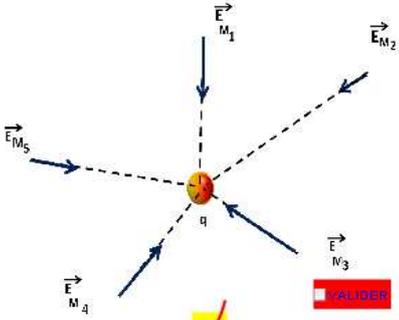


Figure b

REPONSE :

- Ce champ est décrit par la (figure b) . En effet, le champ créé par une charge négative converge vers la charge .On dit que ce champ est attractif.
- Le champ électrique créé par une charge positive diverge de la charge .La (figure a) décrit ce champ.

➤ Consolidation des acquis

L'électrisation par frottement est abordée dans les classes antérieures .La mise en évidence du phénomène d'influence électrique étudié dans le présent module s'appuie sur l'utilisation du corps électrisé par frottement .Il convient alors d'enrichir les connaissances de l'apprenant(e) qui se rapportent à ce phénomène.

Dans cette optique, cette partie offre une description succincte des caractéristiques d'un conducteur et d'un isolant. Elle introduit l'électroscope pour mettre en évidence l'électrisation par frottement .Elle présente une expérience qui montre que cette électrisation est un processus de transfert d'électrons entre les corps que l'on frotte l'un sur l'autre.

Les pages qui se rapportent à cette partie sont données ci-dessous.

➤ Page d'introduction à ce chapitre

Sommaire

CONSolidATION DES ACQUIS

CONDUCTEUR/ISOLANT ELECTROSCOPE ASPECT CORPUSCULAIRE

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

Dans cette partie, on s'intéresse aux informations concernant :

- le conducteur et l'isolant électrique
- l'électroscope
- l'aspect corpusculaire de l'électrisation par frottement .

Ces trois thèmes sont abordés afin qu'on puisse comprendre sans difficulté les notions de(d') :

- influence électrique
- polarisation électrique

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

➤ Conducteur et isolant

Sommaire

CONSolidATION DES ACQUIS

CONDUCTEUR/ISOLANT ELECTROSCOPE ASPECT CORPUSCULAIRE

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

CONDUCTEUR :

Un conducteur est tout corps capable de **conduire la chaleur et le courant électrique** .Dans le conducteur, les charges électriques peuvent se déplacer entre ses différentes parties

Exemple :

- les métaux (cuivre , fer ,aluminium)
- les solutions ioniques (solution de sel ; acide , une base)

ISOLANT :

Un corps est isolant s'il ne laisse pas passer le courant électrique et la chaleur.

Dans les isolants, les charges sont immobiles mais elles **restent à l'endroit où elles ont été développées.**

Exemple :

- le verre
- le bois
- les matières plastiques

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla... F

➤ Electroscopie

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONSOLIDATION DES ACQUIS

CONDUCTEUR ISOLANT ELECTROSCOPE ASPECT CORPUSCULAIRE

ELECTROSCOPE :

Définition
Un électroscope est un appareil de détection des charges électriques .
Il sert à déterminer si un corps est électrisé ou non .

Description :
Il est constitué par une tige métallique isolée, avec deux feuilles métalliques légères fixées à son extrémité inférieure et une petite boule métallique à son extrémité supérieure.
Cette tige est placée dans une enceinte en verre .

Labels in diagram: Enceinte en verre, Petite boule métallique, Isolant électrique, Tige métallique, Feuilles métalliques légères.

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla... FR

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONSOLIDATION DES ACQUIS

CONDUCTEUR ISOLANT ELECTROSCOPE ASPECT CORPUSCULAIRE

MISE EN EVIDENCE L'ELECTRISATION PAR FROTTEMENT

On dispose d'un électroscope, d'une règle en plastique et d'un tissu de soie.
On réalise l'expérience suivante :

- On touche la petite boule métallique avec la règle en plastique.

Label in diagram: PRECEDENT

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla... FR

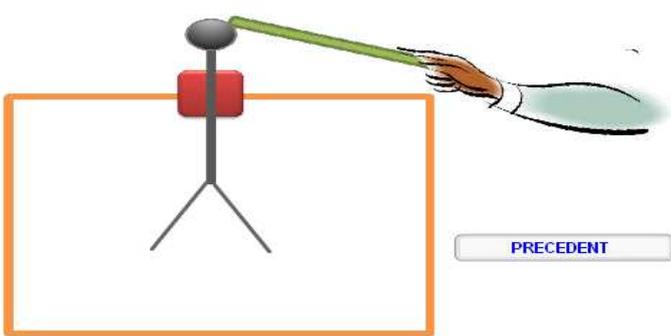
Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONSOLIDATION DES ACQUIS

CONDUCTEUR/ISOLANT
ELECTROSCOPE
ASPECT CORPUSCULAIRE

• On frotte maintenant la règle en plastique, puis on touche la petite boule avec la partie frottée.



PRECEDENT

Décrire et interpréter ce que vous observez .

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONSOLIDATION DES ACQUIS

CONDUCTEUR/ISOLANT
ELECTROSCOPE
ASPECT CORPUSCULAIRE

Lorsque

VALIDER

- Quand on touche la petite boule avec la règle non frottée, rien ne se passe.

- Quand la règle est frottée, puis mise en contact avec la petite boule, les feuilles métalliques de l'électroscope se repoussent. Cette répulsion indique que les feuilles métalliques ont des charges de même signe. Ces charges proviennent nécessairement de la règle qui a été frottée. En effet, aucun changement n'a lieu au niveau de l'électroscope quand on a mis en contact la boule métallique avec la règle non frottée.

Conclusion :

- La règle en plastique est électrisée par frottement.
- La boule et la tige de l'électroscope ainsi que les feuilles sont des conducteurs. La boule acquiert des charges par contact avec la règle frottée. Ces charges se déplacent le long de la tige et arrivent aux feuilles métalliques qui se repoussent alors.

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

➤ Aspect corpusculaire de l'électrisation par frottement

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONDUCTEUR/ISOLANT **ELECTROSCOPE** **ASPECT CORPUSCULAIRE**

ASPECT CORPUSCULAIRE DE L'ELECTRISATION PAR FROTTEMENT

On dispose d'un (une) :

- tissu de soie
- petite boule légère et métallique suspendue à un fil isolant
- baguette en plastique

On réalise l'expérience suivante :

- 1 - On frotte la baguette avec le tissu de soie
- 2 - On touche la petite boule métallique avec la baguette frottée
- 3 - On approche immédiatement après, le tissu de la boule sans la toucher



FROTTER

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

CONDUCTEUR/ISOLANT **ELECTROSCOPE** **ASPECT CORPUSCULAIRE**

ASPECT CORPUSCULAIRE DE L'ELECTRISATION PAR FROTTEMENT

On dispose d'un (une) :

- tissu de soie
- petite boule légère et métallique suspendue à un fil isolant
- baguette en plastique

On réalise l'expérience suivante :

- 1 - On frotte la baguette avec le tissu de soie
- 2 - On touche la petite boule métallique avec la baguette frottée
- 3 - On approche immédiatement après, le tissu de la boule sans la toucher



Descrivre et interpréter ce que vous observez ?

PRECEDENT

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

Sommaire

CONSOLIDATION DES ACQUIS

CONDUCTEUR/ISOLANT

ELECTROSCOPE

ASPECT CORPUSCULAIRE

Il y a

VALIDER

- Quand on approche la petite boule du tissu de soie, elle est attirée.

- **Interprétation :**
- La baguette est électrisée par frottement contre le tissu de soie.
- La boule est électrisée par contact avec la baguette frottée ; la baguette et la boule sont donc de charges identiques.

La boule est attirée par le tissu de soie : donc le tissu est aussi chargé. La boule et le tissu porte des charges de signes contraires. Comme la boule et la baguette sont chargées identiquement, on en déduit que la baguette et le tissu portent des charges de signes contraires.

- **Conclusion :**

Quand on frotte un corps contre un autre, ils sont électrisés : l'un se charge positivement et l'autre négativement.

Au cours du frottement, des électrons passent d'un corps à un autre . Le corps où les forces d'attraction électron-noyau sont faibles cède des électrons au corps où ces forces sont plus grandes. Le corps qui cède des électrons va être chargé positivement et le corps qui en capte sera chargé négativement.

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

Windows
démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

➤ Phénomène d'influence électrique

Cette section se propose d'étudier le phénomène d'influence électrique et l'électrisation par influence.

Pour ce faire, la structure de l'atome est rappelée en insistant sur la notion d'électrons faiblement liés au noyau .Des compléments d'informations sur la structure des solides métalliques sont aussi présentés et l'accent est mis sur l'explication de l'origine des électrons de conduction et des ions positifs qui existent dans ces corps .

L'analyse du phénomène d'influence électrique et d'électrisation par influence est ensuite abordée .Elle s'appuie sur l'effet d'un champ électrique sur les électrons de conduction.

Les pages relatives à cette partie sont reproduites ci-dessous.

➤ Page d'introduction du phénomène d'influence électrique

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique**
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

- Solide conducteur
- Influence électrique**
- Electrisation par influence

Ce module comporte trois parties :

- des compléments sur le conducteur
- l'analyse de l'influence électrique
- l'électrisation par influence .

On accède à ces rubriques en cliquant sur :

- Solide conducteur
- Influence électrique
- Electrisation par influence

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

➤ Complément sur le conducteur

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique**
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

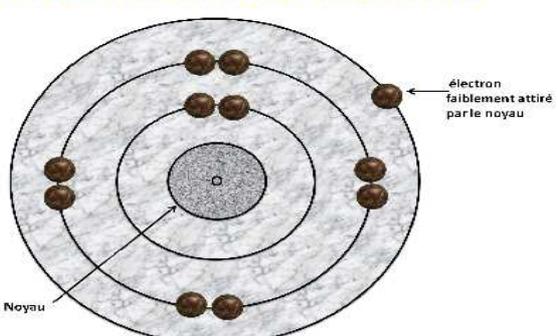
- Solide conducteur
- Influence électrique**
- Electrisation par influence

Compléments sur le conducteur

- Structure d'un atome

L'atome est électriquement neutre. Il est constitué d'un noyau chargé positivement et d'électrons qui gravitent sur des orbitales autour du noyau.

- Les électrons sur les orbitales les plus proches du noyau sont fortement attirés par ce dernier
- Les électrons qui gravitent sur l'orbitale la plus éloignée, appelés électrons périphériques sont faiblement attirés donc faiblement liés.



Structure électronique de l'atome de sodium Na (Z =11 électrons)

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

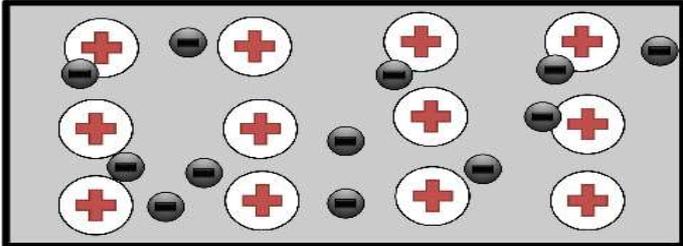
Solide conducteur
Influence électrique
Electrisation par influence

Structure d'un métal

Dans le solide métallique, les atomes sont très proches les uns des autres avec des électrons périphériques très faiblement liés. Ces électrons quittent leurs atomes qui deviennent des ions positifs.

- Ils se déplacent de façon désordonnée dans le métal et sont appelés électrons de conduction ou électrons libres. Ils sont responsables de conduction électrique et thermique.
- Les ions positifs ne se déplacent pas mais vibrent autour de leur position d'équilibre.

La figure ci-dessous montre une description schématisée des électrons libres et ions positifs dans un métal.



Windows démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

Solide conducteur
Influence électrique
Electrisation par influence

Exemple de conducteurs : le cuivre , le zinc, l'aluminium ,le fer



Masse marquée en acier rouillée



Cuivre oxydé



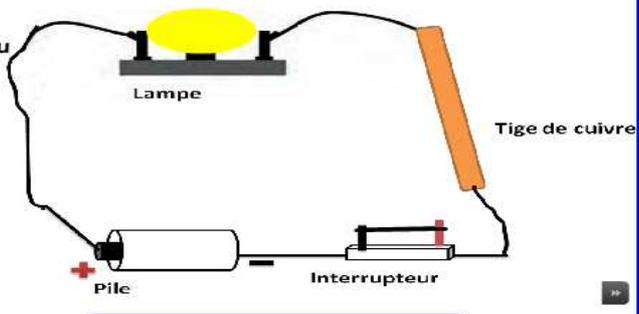
Gouttière en zinc



Feuille d'aluminium

Exemple mettant en évidence la conduction du courant dans un métal

En fermant l'interrupteur ,on peut voir ce qui se passe au niveau de la lampe .



PRECEDENT

Windows démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

➤ Influence électrique

Sommaire

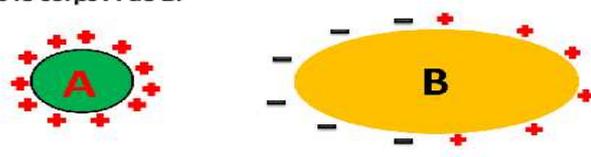
- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique**
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

Solide conducteur
Influence électrique
Electrisation par influence

Influence électrique :
Conducteur dans un champ électrique

Soient un corps A chargé positivement et un conducteur isolé B.
 Approchons le corps A de B.



Conducteur isolé

PRECEDENT

Qu'observez-vous ? Interprétez .

Windows démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique**
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

Solide conducteur
Influence électrique
Electrisation par influence

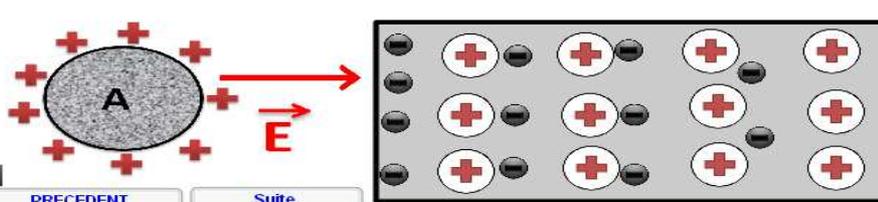
Le...

✓VALIDER

Des charges de signes contraires apparaissent sur B. L'extrémité de B proche de A est chargée négativement et l'extrémité opposée porte des charges positives.

Interprétation :

Le corps A, chargé positivement, crée un champ électrique \vec{E} dirigé vers B.
 B est soumis à ce champ et des forces $\vec{F} = -e\vec{E}$ s'exercent sur les électrons de conduction. Ces électrons se déplacent vers l'extrémité proche de A de sorte qu'il y a un excès d'électrons à cet endroit qui se charge alors négativement. A l'extrémité opposée, il y a un déficit d'électrons, donc un excès de charges positives.
 Le mécanisme est dans l'animation suivante :



PRECEDENT Suite

Windows démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

Solide conducteur Influence électrique Electrification par influence

Le...

On peut représenter ce processus par la figure ci-dessus :

Conducteur isolé

On a ici un phénomène d'influence électrique.
Le corps A est appelé **inducteur** ou **corps influençant**
Le corps est appelée **corps influencé**.
On parle d'**influence électrique de A sur B**

PRECEDENT

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

➤ Electrification par influence

Sommaire

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

Solide conducteur Influence électrique Electrification par influence

Electrification par influence:

On dispose :

- d'une boule métallique suspendue à un fil isolant
- deux corps métalliques A et B placés sur deux supports isolants
- d'une baguette en plastique chargée positivement

On réalise l'expérience suivante :

- 1 - On touche la boule avec la baguette chargée positivement
- 2 - On met en contact les deux métaux A et B de sorte qu'ils forment un seul conducteur et on approche près d'eux la baguette chargée positivement
- 3 - On sépare ces deux métaux tout en gardant à proximité la baguette chargée positivement
- 4 - On approche successivement la boule métallique du corps A et du corps B.

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

Sommaire

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

Solide conducteur

Influence électrique

Electrisation par influence

Expérience :

Figure 1

CONTINUER

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

[Suite de l'expérience dans cette page](#)

Sommaire

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

Solide conducteur

Influence électrique

Electrisation par influence

Expérience :

Figure 2

Baguettes métalliques

A B

Supports isolants

APPROCHER

PRECEDENT

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

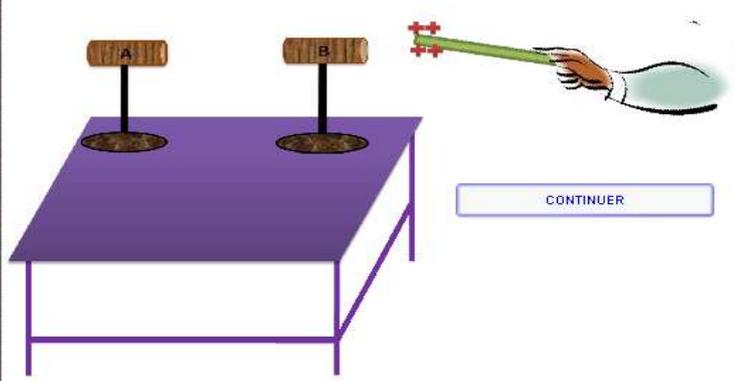
Sommaire

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

Solide conducteur Influence électrique Electrification par influence

Expérience :

Figure 3



CONTINUER

PRECEDENT

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

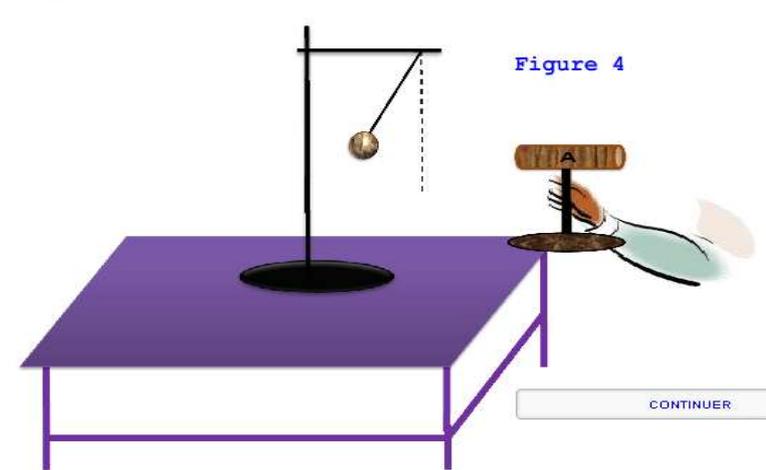
Sommaire

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

Solide conducteur Influence électrique Electrification par influence

Expérience :

Figure 4



CONTINUER

PRECEDENT

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

Solide conducteur
Influence électrique
Electrification par influence

Expérience :

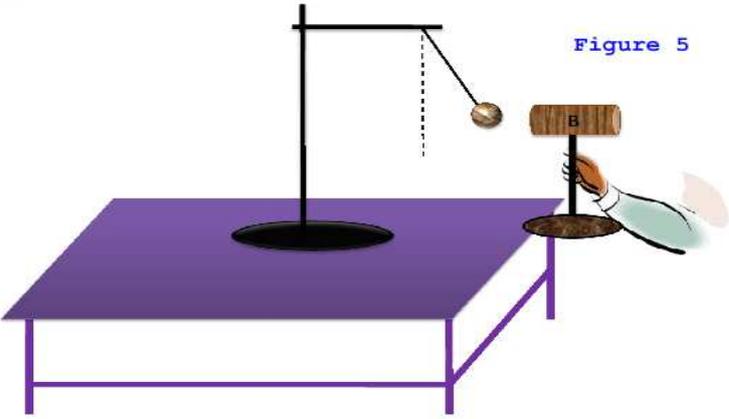


Figure 5

Décrire et interpréter

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE D'INFLUENCE ELECTRIQUE

Solide conducteur
Influence électrique
Electrification par influence

Voici

VALIDER

- La baguette métallique A repousse la boule et la baguette B attire la boule.

Interprétation

- Figure 1 : la petite boule porte des charges positives (électrification par contact avec la règle chargée positivement)
- Figure 2 : les deux corps métalliques A et B en contact forment un seul conducteur (A + B). Il y a ici une influence électrique de la règle chargée sur le conducteur (A + B). Une redistribution de charges apparaît dans le conducteur (A + B). La règle étant chargée positivement, les électrons de conduction de A et B sont attirés vers l'extrémité proche de la règle :
- il y a un excès d'électrons sur B et un déficit électronique au niveau de A; la baguette B est chargée négativement et la baguette A positivement.
- Figure 3 : Les deux métaux gardent leurs charges respectives quand on les sépare en présence de la règle chargée :
- Les corps A et B sont maintenant séparés ; B porte des charges négatives et A porte des charges positives.

On dit que A et B sont électrisés par influence. Ce phénomène d'électrification s'appelle **électrification par influence**. L'attraction et la répulsion décrites dans les figures 4 et 5 confirment cette électrisation par influence c'est-à-dire l'existence des charges sur A et B

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

➤ Phénomène de polarisation électrique

Cette partie étudie le phénomène de polarisation électrique .Il s'agit essentiellement d'analyser l'effet d'un champ électrique sur un diélectrique.

Il traite dans un premier temps le dipôle électrique et son moment dipolaire, puis analyse son comportement lorsqu'il est placé dans un champ électrique.

Il décrit ensuite les molécules polaires et non polaires et introduit les notions de polarisation d'orientation et de polarisation électronique.

Les acquis sur les thèmes abordés ci-dessus sont réinvestis dans l'étude de la polarisation d'un diélectrique.

Les pages qui se rapportent à ce dernier chapitre sont représentées ci-dessous.

➤ Page d'introduction

The screenshot shows a software interface with a title bar 'PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE'. On the left is a vertical sidebar with a corkboard texture titled 'Sommaire', containing buttons for 'Objectifs', 'Contrôle de pré-requis', 'Consolidation des acquis', 'Influence électrique', 'Polarisation électrique', and 'Evaluation'. The main content area has a navigation bar with 'Dipôle électrique', 'Molécules polaires', 'Polarisation d'orientation/électronique', and 'Diélectrique'. The main text reads: 'Ce chapitre traite : - la polarisation d'orientation et la polarisation électronique - l'effet d'un champ électrique sur les diélectriques'. Below this, it states 'On aborde dans un premier temps l'étude :' followed by a bulleted list: '• du dipôle électrique', '• de l'action d'un champ électrique sur un dipôle électrique', and '• des molécules polaires et non polaires'. The bottom of the screen shows a Windows taskbar with 'démarrer', 'Ressource numérique...', and 'Macromedia Flash Pla...'.

➤ Le dipôle électrique

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

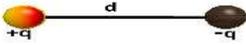
PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique
Molécules polaires
Polarisation d'orientation/électronique
Diélectrique

LE DIPOLE ELECTRIQUE

1 - Le dipôle électrique

Un **dipôle électrique** est tout système formé de deux charges électriques de signes contraires, égales en valeur absolue et séparées par une distance d très petite.



d : distance entre les deux charges

2 - Le moment dipolaire électrique

Posons $d = AB$, la distance qui sépare les deux charges ponctuelles $-q$ et $+q$. On appelle "moment dipolaire électrique" du dipôle $(-q ; +q)$, le vecteur \vec{p} tel que :

$$\vec{p} = q \overline{AB}$$

\vec{p} est caractérisé par :

- sa direction : la droite (AB) reliant le dipôle
- son sens : de la charge $-q$ vers $+q$ (de A vers B)
- son intensité : $p = q \cdot AB$



démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

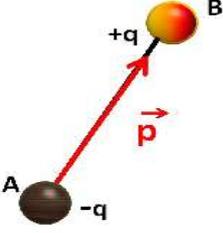
PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique
Molécules polaires
Polarisation d'orientation/électronique
Diélectrique

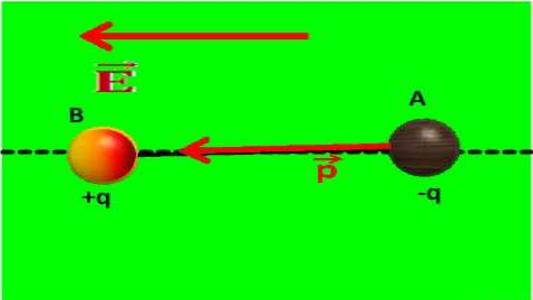
LE DIPOLE ELECTRIQUE

3 - Action d'un champ électrique uniforme sur un dipôle électrique

Dans une région où règne un champ électrique uniforme, plaçons un dipôle électrique.



En absence du champ électrique



En présence du champ électrique \vec{E}

Que constatez-vous ? Interprétez .

ANIMER

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique Molécules polaires Polarisation d'orientation/électronique Diélectrique

Le ...

VALIDER

Le moment dipolaire s'aligne avec le champ électrique .
Pourquoi ?

Par...

VALIDER

En présence du champ électrique \vec{E} , le dipôle est soumis à un couple de forces $\vec{F}_1 = q \cdot \vec{E}$ et $\vec{F}_2 = -q \cdot \vec{E}$ qui le fait tourner de telle sorte que \vec{p} s'aligne avec le champ \vec{E} .

➤ Les molécules polaires et non polaires

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique Molécules polaires Polarisation d'orientation/électronique Diélectrique

LES MOLECULES POLAIRES ET NON POLAIRES

1 - Molécule polaire
c'est une molécule dont le centre des charges positives ne coïncide pas avec le centre des charges négatives.

Exemple : molécule d'eau H_2O

Une molécule polaire possède un moment dipolaire électrique permanent .
On peut la représenter plus simplement comme suit :

Sommaire

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

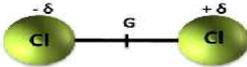
PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique
Molécules polaires
Polarisation d'orientation/électronique
Diélectrique

LES MOLECULES POLAIRES ET NON POLAIRES

1 - Molécule non polaire
c'est une molécule dont le centre des charges positives et le centre des charges négatives sont confondus.
Ces molécules n'ont pas de moment dipolaire électrique permanent.

Exemple : les molécules de N_2, Cl_2, C_6H_6 .



Molécule du gaz dichlore Cl_2

G : centre de gravité des charges électriques

On représente la molécule polaire par le symbole suivant :



- : nuage électronique
- : noyau lourd contenant des protons (+)
- G : centre de gravité des charges positives (+) et négatives (-)

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

➤ Polarisation d'orientation et polarisation électronique

Sommaire

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

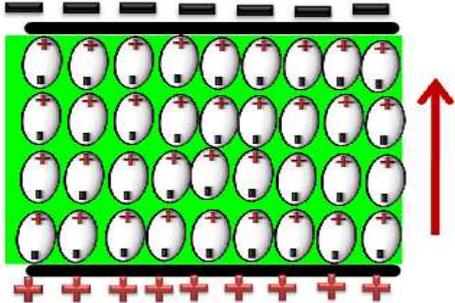
PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique
Molécules polaires
Polarisation d'orientation/électronique
Diélectrique

POLARISATION D'ORIENTATION ET POLARISATION ELECTRONIQUE

1 - Polarisation d'orientation

On place quelques molécules polaires dans une région où règne un champ électrique uniforme \vec{E} .



Qu'observez-vous ? Interprétez.

PRECEDENT

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique Molécules polaires Polarisation d'orientation/électronique Diélectrique

Votre interprétation s'il vous plait !

Les ...

VALIDER

Les molécules polaires tendent à s'aligner avec le champ électrique .
Interpréter.

En...

VALIDER

- **Interprétation**
Sous l'action du champ électrique , les charges négatives et positives des atomes qui constituent les molécules polaires sont soumises à deux forces opposées mais égales en module . Ce couple de forces fait tourner et orienter le moment dipolaire \vec{p} dans le sens de \vec{E} : C'est le **phénomène de polarisation d'orientation** .

- **Conclusion**
La polarisation d'orientation est un phénomène de polarisation de la matière constituée par des molécules polaires. En présence du champ \vec{E} , les molécules polaires s'orientent dans le sens de \vec{E}

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

Sommaire

PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique Molécules polaires Polarisation d'orientation/électronique Diélectrique

POLARISATION D'ORIENTATION ET ELECTRONIQUE

2 - Polarisation électronique
On place quelques **molécules non polaires** dans une région où règne un champ électrique uniforme \vec{E} .

SANS LE CHAMP ELECTRIQUE

EN PRESENCE DU CHAMP ELECTRIQUE

Noyau Nuage électronique

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla...

Sommaire

PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique | Molécules polaires | Polarisation d'orientation/électronique | Diélectrique

les nuages...

Le nuage électronique se déforme et il y a formation d'un dipôle induit . Pourquoi ?

Car...

Les molécules non polaires sont ici assimilées à une petite sphère identique à un atome. Le barycentre des charges positives se trouvent au centre du noyau de masse lourde et la répartition sphérique des nuages électroniques possède aussi un centre confondu à ce dernier. En présence du champ électrique \vec{E} , le barycentre des charges négatives est décalé légèrement de celui des positives et un dipôle électrique est alors formé. Ce dipôle est appelé dipôle induit. Le vecteur polarisation induit \vec{p} s'oriente aussidans le sens du champ électrique. On dit que les molécules non polaires sont polarisées: ce type de polarisation est appelée polarisation électronique.

Conclusion

La polarisation électronique de la matière est définie comme étant l'apparition d'un dipôle induit au niveau des molécules qui constituent cette matière sous l'action d'un champ électrique .

démarrer | Ressource numérique... | Macromedia Flash Pla... | FR

➤ Diélectrique dans un champ électrique

Sommaire

PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique | Molécules polaires | Polarisation d'orientation/électronique | Diélectrique

DIELECTRIQUE DANS UN CHAMP ELECTRIQUE

Polarisation d'un diélectrique

Le condensateur

Un condensateur est un ensemble de deux conducteurs chargés dont l'un est positif et l'autre est négatif, séparés par un isolant. Ces conducteurs sont appelés armatures.

A l'intérieur du condensateur plan règne un champ électrique uniforme \vec{E} .

CONDENSATEUR PLAN

Armature ou plaque du condensateur en métal

Ligne de champ

démarrer | Ressource numérique... | Macromedia Flash Pla... | FR

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique
Molécules polaires
Polarisation d'orientation/électronique
Diélectrique

DIELECTRIQUE DANS UN CHAMP ELECTRIQUE

les diélectriques

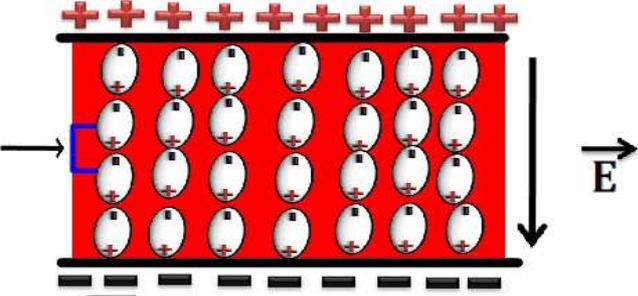
Les diélectriques sont des isolants électriques. Ce sont des milieux dans lesquels les charges électriques ne sont pas libres. Les diélectriques sont constitués des molécules polaires ou non polaires

Expérience

Plaçons quelques molécules polaires dans un milieu où règne un champ électrique uniforme \vec{E} .

■ : diélectrique

Deux charges de signes contraires très proches



Qu'est-ce qui se passe au niveau de ces charges très proches ?

RETOUR

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...
FR

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique
Molécules polaires
Polarisation d'orientation/électronique
Diélectrique

On...

VALIDER

Les moments dipolaires des molécules qui constituent les diélectriques s'orientent dans le sens du champ électrique \vec{E} . Les charges de signes contraires qui sont très proches se neutralisent immédiatement. Il y a apparition de charges de signes contraire sur les deux faces du diélectrique et un champ électrique induit apparaît dans le diélectrique. Expliquez pourquoi ?

Au...

VALIDER

Explication

Sous l'action du champ \vec{E} , les molécules subissent un couple de moment des forces qui les fait tourner vers le sens de \vec{E} . C'est le phénomène de polarisation d'orientation : le diélectrique est polarisé.

Par suite, les charges de signes contraires qui sont très proches les uns des autres, se neutralisent et seules, les charges proches des armatures persistent. Les deux faces du diélectrique portent alors des charges de signes contraires appelées charges induites. Ces charges induites créent dans le diélectrique un champ électrique \vec{E}_i appelé champ induit et son sens est contraire à celui de \vec{E} .

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

PHENOMENE DE POLARISATION ELECTRIQUE

Dipôle électrique
Molécules polaires
Polarisation d'orientation électronique
Diélectrique

CONCLUSION GENERALE

-Le phénomène de polarisation d'un diélectrique correspond à l'apparition des charges induites dans ce diélectrique quand celui-ci est placé dans un champ électrique \vec{E} .

- Pour les molécules polaires, il y a polarisation d'orientation

- Pour les molécules non polaires, il y a la polarisation électronique

Voici quelques valeurs des moments dipolaires

M	Moment dipolaire (Debye)	M	Moment dipolaire (Debye)	M	Moment dipolaire (Debye)
HF	1,92	CO ₂	0,00	CH ₃ NH ₂	1,31
HCl	1,08	NH ₃	1,4	C ₆ H ₅ Cl	1,69
HI	0,38	PCl ₃	0,90 - 1,16	<i>o</i> -C ₆ H ₅ Cl ₂	2,50
DCl	1,08	SnCl ₄	0,95	<i>m</i> -C ₆ H ₅ Cl ₂	1,72
H ₂ O	1,87	SnI ₄	0,0	<i>p</i> -C ₆ H ₅ Cl ₂	0,0
H ₂ O ₂	2,13 ± 0,05	TiCl ₄	0,0	C ₆ H ₆	0,0
H ₂ S	1,1	CH ₄	0,0	C ₆ H ₅ OH	1,45
HDSe	0,62	CH ₃ Cl	1,05	C ₂ H ₆	0,0
SO ₂	1,60	CH ₂ Cl ₂	1,60	C ₃ H ₈	0,084
SO ₃	0,00	CHCl ₃	1,94	HCHO	2,33
NO	0,16	CCl ₄	0,0	CH ₃ CHO	2,69

((LANGEVIN: <http://www.ob-ultrasound.net/langevin.html>))

➤ Evaluation

Pour tester la compréhension de l'apprenant(e) concernant les chapitres étudiés, ce didacticiel propose deux exercices d'évaluations. Ces évaluations portent sur les phénomènes d'influence électrique et de polarisation électrique.

Tous ces exercices sont mentionnés dans les pages suivantes :

❖ Page d'introduction

CONTROLE DE CONNAISSANCE

[Evaluation sur le phénomène d'influence électrique](#) [Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique](#)

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique**
- Polarisation électrique
- Evaluation sommative

Tout apprentissage se termine par une évaluation qui permet de vérifier les acquis .

Dans ce qui suit, des évaluations sur les phénomènes d'influence électrique et de polarisation électrique sont proposées.

FR

❖ Evaluation sur le phénomène d'influence électrique

EXERCICES D'EVALUATIONS

[Evaluation sur le phénomène d'influence électrique](#) [Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique](#)

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique**
- Polarisation électrique
- Evaluation

Evaluation sur le phénomène d'influence électrique

Exercice 1 :
Donner la structure générale d'un métal .

Un..

VALIDER

REPONSE :
 Dans le solide métallique, les atomes sont très proches les uns des autres avec des électrons périphériques très faiblement liés .Ces électrons quittent leurs atomes et ces derniers deviennent des ions positifs.
 - Ces électrons se déplacent de façon désordonnée dans le métal et sont appelés électrons de conduction ou électrons libres. Ils sont responsables de conduction électrique et thermique.
 - Les ions positifs ne se déplacent pas mais vibrent autour de leur position d'équilibre.
 La figure suivante nous montre cette structure :

⊕ : ion positif ○ : électrons

FR

Sommaire

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

EXERCICES D'EVALUATIONS

Evaluation sur le phénomène d'influence électrique

Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique

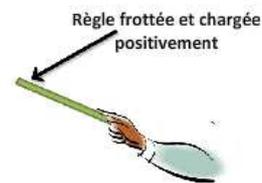
Evaluation sur le phénomène d'influence électrique

Exercice 2 :

Dans l'expérience suivante, donner votre observation et votre interprétation



APPROCHER



Observation : ...

✓ VALIDER

REPONSE : La boule est attirée .

Sous l'influence de la baguette chargée positivement, les électrons du métal migrent vers la face la plus proche de la baguette .Une redistribution des charges a lieu à la surface de la petite boule métallique. IL y a un excès d'électrons à l'extrémité proche de B et un excès des charges positives à l'extrémité opposée. L'extrémité de la boule proche de la baguette est chargée négativement tandis que l'extrémité opposée est chargée positivement .On sait que deux charges de signes contraires s'attirent et deux charges de même signe se repoussent .Ici, l'attraction l'emporte car la baguette chargée positivement est plus proche des charges négatives de la boule que des charges positives.

démarrer

Ressource numérique...

Macromedia Flash Pla...

Sommaire

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

EXERCICES D'EVALUATIONS

Evaluation sur le phénomène d'influence électrique

Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique

Evaluation sur le phénomène d'influence électrique

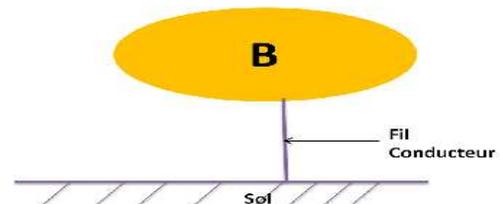
Exercice 3 :

Dans l'expérience suivante, on dispose :

- d'un corps A chargé positivement
- B est un conducteur neutre lié au sol par un fil conducteur

L'expérience se déroule en trois étapes :

- 1- placer le corps chargé positivement A près du conducteur B
- 2 - couper le fil reliant B et le sol en présence du corps A
- 3 - Enlever le corps A .



PLACER LE CORPS A

démarrer

Ressource numérique...

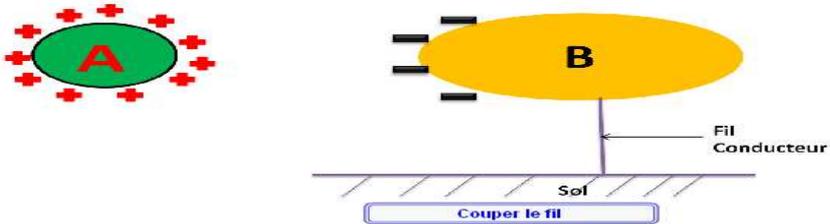
Macromedia Flash Pla...

Suite de cette page :

Le...

Lorsqu'on coupe le contact avec le sol en présence du corps A, des charges négatives apparaissent toujours à l'extrémité de B qui est proche de A.

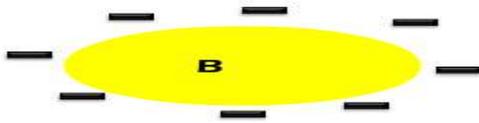
Interprétation :
Ces électrons sont retenus par le champ électrique \vec{E} créé par le corps A.



Il y a ..

Lorsqu'on coupe le contact avec le sol en présence du corps A, des charges négatives apparaissent toujours à l'extrémité de B qui est proche de A.

Interprétation :
Ces électrons sont retenus par le champ électrique \vec{E} créé par le corps A.



Qu'observez-vous et interprétez .

Ilya...

Quand on enlève le corps A, tous les électrons se repartissent sur le corps B car B est un conducteur.

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla... FR

❖ Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique

Sommaire

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

Polarisation électrique

Evaluation

EXERCICES D'EVALUATIONS

Evaluation sur le phénomène d'influence électrique Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique

Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique

Exercice 1 :
Cocher la bonne réponse :
Un dipôle électrique est :

Tout couple des charges $(-q ; +2q)$ séparé par une distance d

Tout couple des charges $(-3q ; +2q)$ séparé par une distance d

Tout couple des charges $(-q ; +q)$ séparé par une distance d

REPONSE :
 On appelle dipôle électrique, tout couple des charges électriques $(+q ; -q)$ séparées par une distance d . Ce couple forme un ensemble électriquement neutre .

Exercice 2 :
Donner la définition d'une molécule polaire .Donner un exemple .

Une

REPONSE :
 On appelle molécule polaire, toute molécule dont le barycentre des charges positives ne coïncide pas avec le barycentre des charges négatives. Elle possède un moment dipolaire électrique permanent .
 Exemple: la molécule d'eau H_2O

démarrer Ressource numérique... Macromedia Flash Pla... FR

Sommaire

- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

EXERCICES D'EVALUATIONS

Evaluation sur le phénomène d'influence électrique
Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique

Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique

Exercice 3 :
Combien y a-t-il de types polarisation ? Comparer les .

Ilya

REPONSE :
Il y a deux types de polarisation électrique :
- la polarisation d'orientation
- la polarisation électronique.

. La polarisation d'orientation concerne les molécules polaires qui, en présence du champ électrique, s'alignent et suivent la direction de ce champ.

. La polarisation électronique s'adresse aux molécules non polaires qui, en présence du champ électrique, les nuages électroniques qui entourent ces molécules se dispersent et le barycentre des charges positives se détachent de celui des négatives. Elles forment ensuite, un dipôle électrique induit.

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...
FR

Sommaire

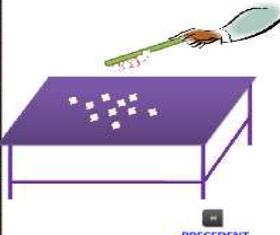
- Objectifs
- Contrôle de pré-requis
- Consolidation des acquis
- Influence électrique
- Polarisation électrique
- Evaluation

EXERCICES D'EVALUATIONS

Evaluation sur le phénomène d'influence électrique
Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique

Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique

Exercice 4 :
Frotter la baguette en plastique et approcher la près des bouts de papiers.
Qu'observez-vous ? Expliquer .



Les bouts de

REPONSE :
-le frottement engendre des charges électriques sur la règle. Ces charges créent un champ électrique dans l'espace qui entoure la règle
-les morceaux de papier sont des diélectriques. Ces diélectriques qui se trouvent dans le champ électrique créé par la règle sont donc polarisés et des charges de polarisation (négatives et positives) apparaissent sur les faces opposées de chaque bout de papier. La règle et la face d'un morceau de papier en vis-à-vis sur cette règle portent des charges de signes contraires et il y a attraction. La deuxième face du papier et la règle portent des charges de même signe mais globalement l'attraction de la règle l'emporte car cette deuxième face est plus éloignée.

démarrer
Ressource numérique...
Macromedia Flash Pla...

77

Objectifs

Contrôle de pré-requis

Consolidation des acquis

Influence électrique

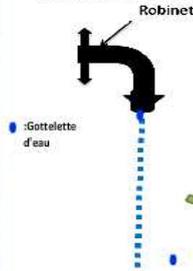
Polarisation électrique

Evaluation

Evaluation sur le phénomène de polarisation électrique

Exercice 5 :

Dans l'expérience suivante, pourquoi la chute du jet d'eau n'est pas verticale en présence d'une règle chargée ?



Les gouttelettes

VALIDER

REPONSE :

L'eau est formée par des molécules polaires. La règle, grâce aux charges qu'elles portent, crée un champ électrique E dans la région de l'espace qui l'entoure. En présence du champ électrique de la règle chargée, les moments dipolaires électriques s'orientent dans le sens de E . Donc, pendant leur chute, elles sont attirées: ce phénomène est appelé phénomène d'influence électrique.

CONCLUSION

Ce travail de mémoire a pour objectif d'aider les élèves à comprendre les phénomènes physiques qu'ils étudient en classe dans les lycées. A défaut de matériels de laboratoire, on peut, par le biais d'expériences et/ou travaux pratiques virtuels, initier l'apprenant(e) à la démarche scientifique. Avec des activités qui s'appuient sur des animations/simulations sur ordinateur, on peut développer son esprit d'observation, d'analyse, de synthèse et son esprit critique. Le principe directeur de la conception et l'élaboration de cette ressource numérique a donc été le souci de développer chez l'apprenant(e) cet esprit.

Un effort a alors été fourni pour que chaque chapitre du module d'apprentissage développé dans ce travail comporte des séquences où l'élève réalise les expériences virtuelles relatives au phénomène physique étudié et où il est sollicité à interpréter les faits qu'il a observés, le résultat attendu étant la mobilisation des savoir et savoir-faire qu'il a acquis au fur et à mesure qu'il avance dans le module.

Ce didacticiel pourra donc apporter des nouvelles curiosités et connaissances à nos élèves et des compétences pour interpréter les faits observés à partir des simulations/animations.

Il est vrai et indéniable que l'expérience réelle ne peut pas être remplacée et la question est de savoir si des animations/simulations sur ordinateur peuvent vraiment rendre concrets l'enseignement et l'apprentissage, peuvent mettre l'élève en situation de pratiquer une démarche expérimentale et aider l'enseignant à ne pas s'orienter vers un enseignement trop théorique. L'utilisation/exploitation de cet outil auprès des élèves permettra de trouver une réponse à cette question et pourra donc faire l'objet d'un travail de recherche dans le cadre d'un mémoire de fin d'études au sein du centre d'études et de recherches en Physique –chimie de l'Ecole Normale Supérieure.

BIBLIOGRAPHIE

- Annequin, R et Boutigny, J. (1976) : *Cours de science physiques*. Paris, Vuibert.
- Bourdais, J. et Blumeau, M. (1989) : *Physique terminale c et e* .Paris, Bordas.
- Bramand, P et Faye, P. (1986) : *Physique 1res Set E*. France, Hachette.
- Cessac, J. (1966) : *Physique terminale D*. Paris, Fernand Nathan.
- Cross, A et Moreau, C. (1981) : *Initiation à la chimie moderne 2^{nde}*. Paris, Librairie Belin.
- Cross, A et Arribet, G. (1984) : *Initiation à la chimie moderne terminale C.D.E* .Paris, Librairie Belin.
- Drillat, J et Torres, L. (1970) : *Chimie générale*. Paris V, Armand Colin.
- Fleury, P et Mathieu, J. (1962) : *Electrostatiques, courants continus, magnétisme* .Paris, Eyrolles.
- Fraudet, H et Milsant, F. (1978) : *Cours d'électricité*. Paris, Eyrolles.
- Kitaigorodski, R. (1982) : *La physique à la portée de tous*. Moscou, Mir.
- Rahantamalala Aline : *Étude de mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme sur un microordinateur*, mémoire de CAPEN N° d'ordre : 186 PC, 2001, ENS.
- Ranaivoson, Ando H. (2009-2010) : *Simulation sur microordinateur des circuits (RL) et (RC) en régime sinusoïdal forcé*. mémoire de CAPEN N° d'ordre : 290 PC, 2011, ENS.
- Simon, Y (1973) : *Electricité, électrostatique et électrocinétique* .Paris, Armand Colin.

WEBOGRAPHIE

- http://www.college.edu.sn/.../Fiche-leçon_Electrisation%20par%20frottement.
- [fr.wikiversity.org/wiki/Champ électrostatique, potentiel](http://fr.wikiversity.org/wiki/Champ_électrostatique,_potentiel)
<http://w3.iihe.ac.be/~cvdvelde/Info/Cours/ChapV.pdf>
- <http://www.everyoneweb.fr/WA/.../LEPHENOMENELECTRISATION.pdf.pdf> -
- <http://www.forums.futura-sciences.com/.../97132-phenomene-delectrisation>.
- <http://www.guy.chaumeton.pagesperso-orange.fr/1stp01phc.htm> –
- <http://www.ilephysique.net/forum-sujet-249629.html> –
- <http://www.physiquepovo.com/F1S/F1STP11.doc>.
- http://www.uel.unisciel.fr/physique/elecstat/elecstat.../apprendre_ch01_01.
- <http://www.webtice.ac-guyane.fr/physique/IMG/.../physique-tp1-electrisation-prof.pdf>
- <http://www.web-sciences.com/fiches1s/fiche1/fiche1>.
- LANGEVIN: <http://www.ob-ultrasound.net/langevin.html>
- Microsoft® Encarta® 2007. © 1993-2006 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.
- Notion de bases-Structure de la matière. ©Andrei Radulescu 2002.

Résumé

« Ressource numérique sur l'étude des phénomènes d'influence électrique et de polarisation électrique »

Le présent mémoire propose une ressource numérique pour l'étude du phénomène d'influence électrique et du phénomène de polarisation électrique. Il comporte deux parties.

La première partie rappelle les fondements théoriques du champ traité. Les principes de compréhension des deux phénomènes physiques étudiés y sont explicités.

La deuxième partie développe un module d'apprentissage qui s'appuie sur des animations/simulations et s'articule au socle théorique présenté dans la première partie. Ce module comporte quatre chapitres :

- le premier chapitre se propose de consolider les acquis de l'apprenant sur le phénomène d'électrisation par frottement.
- le deuxième est consacré au phénomène d'influence électrique et à l'électrisation par influence.
- le troisième chapitre porte sur la polarisation électrique.
- le dernier chapitre présente des exercices sur les différents thèmes étudiés dans une perspective d'évaluation formative.

Mots clés : Influence électrique, électrisation par influence, électrisation par frottement, électron de conduction, polarisation électrique, dipôle électrique, moment dipolaire, molécules polaires

Nombre des figures : 46

Nombre des tableaux : 04

Nombre des pages : 81

Directeur de mémoire : Mr **RASOLONDRAMANITRA Henri**

PhD. Maître de conférences

Auteur : **RANAIVOJOELINA J. Pascal Alfred .J.**

Adresse : **IPS 38 BIS Andranonahoatra Itaosy**

Téléphone : **033 20 341 23**