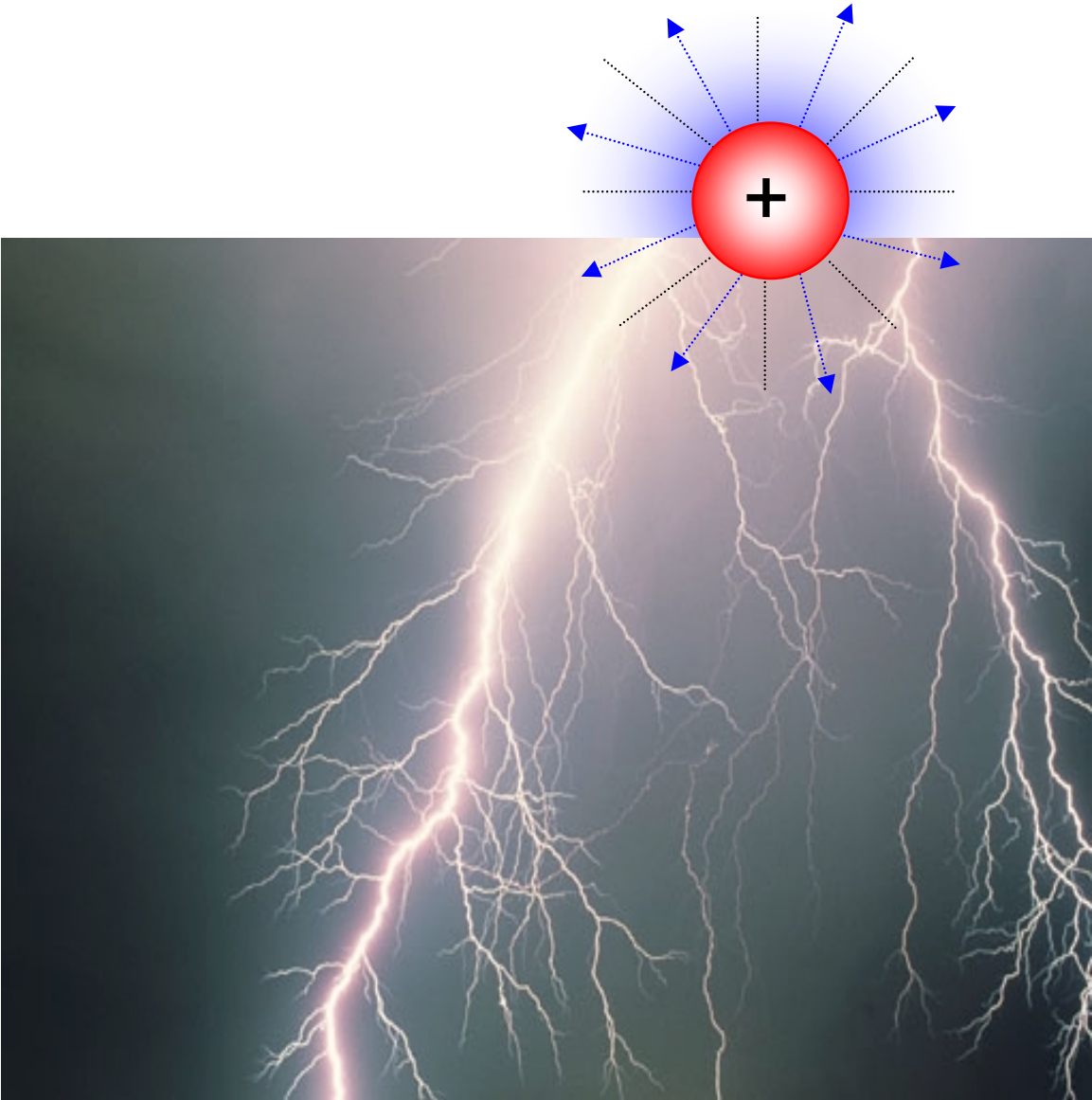


ELECTROSTATICA



ELECTRIZAREA CORPURILOR

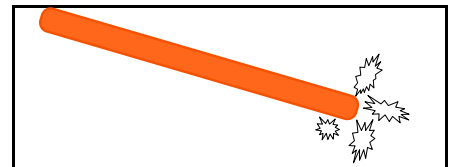
Scurt istoric

Electrizarea corpurilor a fost descoperită cu mai bine de 2500 de ani în urmă, în Grecia antică. Fenomenul de electrizare, “*focul ascuns*”, cum îl numeau vechii greci, a fost pentru mult timp considerat o curiozitate. Cuvântul “*electricitate*” a fost introdus în științele naturii probabil la sfârșitul secolului al XVI-lea, fiind atribuit lui W. Gilbert (1540-1603). Etimologia acestuia, precum și a tuturor noțiunilor derivate, o constituie cuvântul grecesc pentru chihlimbar (electron), o rășină naturală care a fost utilizată în Grecia antică pentru a obține “*focul ascuns*”- adică sarcini electrice acumulate prin electrizare. Abia în secolul al XIX-lea, cercetările efectuate de Ampere, Faraday, Maxwell și mulți alții, continuate de fizicienii și chimiștii secolului al XX-lea, au condus la concluzia că proprietățile fizice și chimice a tot ce ne înconjoară, de la atom la celula vie, sunt în mare parte, determinate de existența interacțiunii electrice.

METODE DE ELECTRIZARE A CORPURILOR

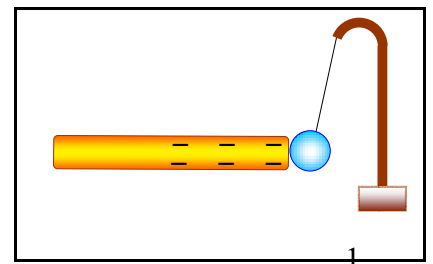
A. Electrizarea prin frecare

Experimental se constată că, în anumite condiții, de exemplu prin frecare, corpurile pot fi aduse într-o stare care modifică unele dintre proprietățile mediului în care acestea se află. Modificarea este pusă în evidență prin aceea că alte corpuri, aduse în aceeași stare, sunt supuse unor forțe. Prin frecarea unei baghete de ebonită sau chihlimbar (!) cu o bucată de blană se constată că bagheta atrage bucățele de hârtie sau fire de păr, praf etc.



Dacă o baghetă de ebonită, după ce se freacă cu o blană, este adusă în apropierea unui pendul electric se constată că bobita pendulului este atrasă de către baghetă.

Din aceste experiențe se trage concluzia că bagheta de ebonită, prin frecare, capătă proprietatea de a atrage corpuri mici din

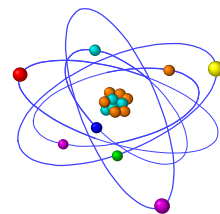


preajma ei. Se spune că bagheta s-a electrizat prin frecare.

Prin convenție s-a stabilit că unele corpuri se electrizează negativ (bachelita, chihlimbarul) iar altele se electrizează pozitiv (sticla, plexi).

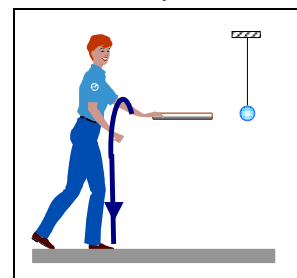
Explicația acestui fenomen este că substanțele sunt alcătuite din atomi care la rândul lor conțin în nucleu protoni e^+ (pozitivi) și neutroni iar învelișul conține atâția electroni e^- (negativi), încât pe ansamblu atomul este neutru din punct de vedere electric. Cu "e" a fost notată unitatea de sarcină electrică, care are valoarea:

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



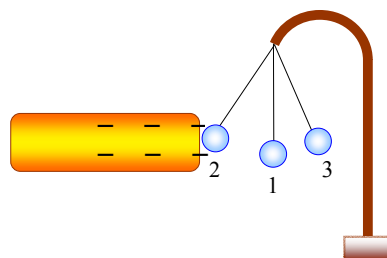
Dacă printr-un procedeu oarecare (frecare) se modifică numărul de electroni din înveliș, atunci atomii devin ioni pozitivi dacă au pierdut electroni și ioni negativi dacă există un surplus de electroni față de numărul protonilor din nucleu.

Prin frecare poate fi electrizată orice substanță, chiar și metalele, dar trebuie ca acestea să fie prevăzute cu mâner izolator, altfel sarcina electrică se scurge prin corpul nostru în pământ iar pedulul nu este deviat, ca în figura alăturată.

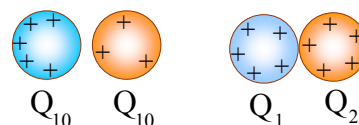


B. Electrizarea prin contact

Dacă o baghetă, electrizată prin frecare, este adusă în apropierea unui pendul electric cu bilă metalică, se constată că în prima etapă o va atrage dar imediat este respinsă. Se trage concluzia că după ce s-a atins bila de baghetă se produce o electrizare a bilei cu același fel de sarcină electrică care se distribuie pe toată suprafața ei.

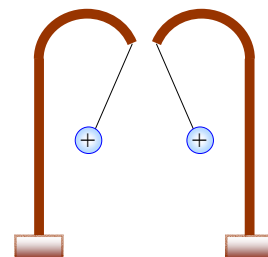


Dacă două corpuri electrizate cu sarcinile Q_{10} și Q_{20} sunt aduse în contact, ele își distribuie sarcinile, proporțional cu dimensiunea lor, încât, dacă sistemul este izolat, are loc *conservarea sarcinilor electrice*:



$$Q_{10} + Q_{20} = Q_1 + Q_2$$

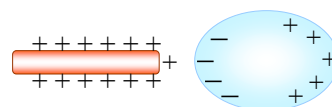
În urma electrizării prin contact corpurile vor avea același fel de sarcină electrică, fie numai pozitivă, fie numai negativă. După atingerea bilelor pendulelor electrice, acestea se resping.



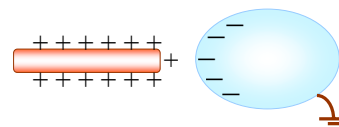
C. Electrizarea prin influență

În cazul conductoarelor metalice este specifică existența unui număr mare de electroni care se pot mișca aproximativ liber în interiorul materialului.

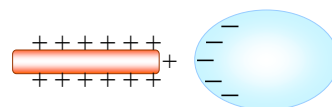
Dacă în apropierea unui corp metalic, izolat, se apropie o baghetă de ebonită electrizată prin frecare, se produce o deplasare a sarcinilor electrice, determinând o polarizare a acestora la capetele corpului.



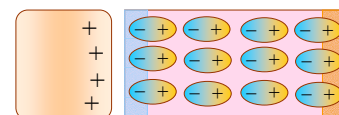
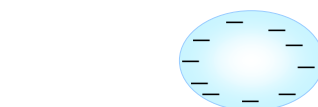
Dacă se conectează corpul la pământ, printr-un fir, sarcina pozitivă este anihilată de către electronii ce vin din pământ, iar pe corp rămân numai sarcini electrice negative.



După ce se desface legătura cu pământul, se poate îndepărta bagheta căci corpul rămâne electrizat, prin influență, cu sarcină electrică negativă, care se distribuie uniform pe toată suprafața corpului.



Electrizarea prin influență se poate realiza și la corpurile izolatoare, unde, în prezența câmpului electric, forțele electrice produc deformarea învelișurilor electronice ale atomilor realizându-se dipoli electrice care se orientează ordonat. Această electrizare este locală dar la capetele corpului se vor găsi straturi subțiri de sarcini electrice “legate” pe fețele acestuia.



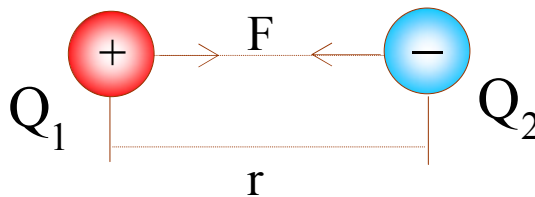
Din cele prezentate mai sus rezultă clar că prin electrizare nu se generează sarcini electrice ci doar se transferă sarcini de la un corp la altul sau se redistribue sarcina electrică pe un sistem de corpuri.

LEGEA LUI COULOMB

Experimental s-a constatat că două corpuri electrizate interacționează între ele prin forțe de atracție sau de respingere după cum ele au sarcini electrice diferite sau au același fel de sarcină electrică.



Pe baza datelor experimentale, fizicianul Charles Coulomb a formulat în anul 1785 legea interacțiunii dintre corpurile electrizate:



Între două corpuri punctiforme, purtătoare de sarcini electrice Q_1 și Q_2 se exercită forțe orientate pe linia ce unește corpurile, de valoare proporțională cu produsul sarcinilor $Q_1 \cdot Q_2$ și invers proporțională cu pătratul distanței r dintre corpuri.

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Constanta de proporționalitate k depinde de mediul în care se află sarcinile electrice și de sistemul de unități de măsură, în SI ea este dată de expresia:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon}$$

unde “ ϵ ” se numește *permitivitate electrică* a mediului.

Astfel, forța electrică va avea expresia:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Permitivitatea electrică a vidului (aerului) este o constantă universală cu valoarea:

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

iar constanta

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

Pentru a compara, din punct de vedere electric, un mediu dat cu vidul sau cu aerul, se folosește permitivitatea electrică relativă ϵ_r ce arată de câte ori forța de interacțiune în vid este mai mare decât în acel mediu:

$$\epsilon_r = \frac{F_0}{F} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

sau

$$\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0$$

În tabelul alăturat se dau câteva valori ale permitivității relative ale unor substanțe.

După cum se vede, permitivitatea relativă a aerului este apropiată de unitate, motiv pentru care se consideră că proprietățile electrice ale aerului sunt aceleași cu ale vidului.

Substanța	ϵ_r	Substanța	ϵ_r
Aer	1,00059	Porțelan	4.....5
Petrol	2.....2,3	Mică	4.....8
Hârtie	2.....2,5	Glicerină	43
Ebonită	3.....4	Apă	81
sticlă	2.....12	ceramică	<8000

PROBLEME

1) Două sfere metalice, au razele $R_1 = R_2 = 8 \text{ cm}$. Prima sferă este încărcată cu sarcina electrică $Q_{10} = 6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ iar a doua neîncărcată. Se ating sferele între ele. Ce sarcini vor avea ele? Dar dacă a doua sferă este încărcată cu sarcina electrică $Q_{20} = -4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$?

$$R: \text{ a) } Q = 3 \cdot 10^{-8} \text{ C} \quad \text{ b) } Q' = 10^{-8} \text{ C}$$

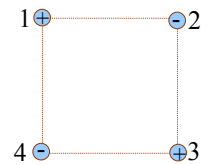
2) Două sfere metalice identice încărcate cu sarcinile $Q_{10} = 18 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ și $Q_{20} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ se află în aer la o distanță oarecare între ele. Sferele sunt aduse în contact și apoi introduse într-un lichid la aceeași distanță ca la început. Se constată că forța de interacțiune dintre sfere a rămas neschimbată. Să se calculeze permitivitatea relativă a lichidului.

$$R: \epsilon_r = 1,68$$

- 3) Se consideră două sfere metalice mici cu sarcinile $Q_1=+1\mu\text{C}$ și $Q_2=+4\mu\text{C}$, situate în aer la distanța $d=6\text{cm}$. În ce loc și cu ce sarcină trebuie plasat al treilea corp punctiform, încât sistemul să fie în echilibru mecanic?

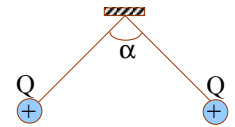
$$\text{R: } x_{13}=2\text{cm} \quad Q_3=-0,44 \cdot 10^{-6}\text{C}$$

- 4) În vârfurile unui pătrat cu latura $\ell=4\text{cm}$ se găsesc patru corpuri cu sarcinile $Q_1=Q_3=+2 \cdot 10^{-6}\text{C}$ respectiv $Q_2=Q_4=-4 \cdot 10^{-6}\text{C}$. Să se calculeze forța ce se exercită asupra corpului Q_4 .



$$\text{R: } F_4=18\text{N}$$

- 5) Două sfere metalice identice, cu masele egale $m=0,1\text{g}$, situate în aer, sunt suspendate din același punct prin două fire izolatoare, de lungime $\ell=20\text{cm}$. Care sunt sarcinile electrice (egale) ale celor două sfere, dacă unghiul format de cele două fire este $\alpha=90^\circ$?



$$\text{R: } Q=9,4 \cdot 10^{-8}\text{C}$$