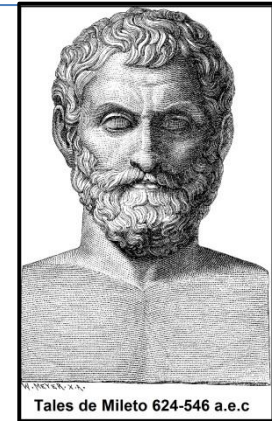
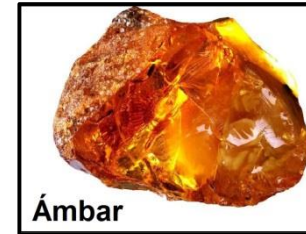


Eletricidade e magnetismo

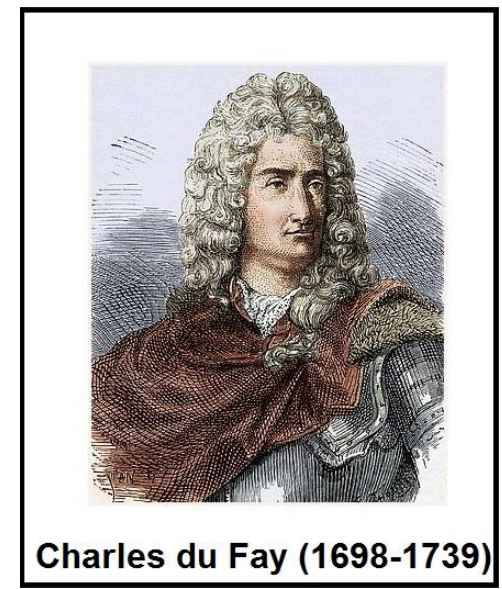
- 1.-Propiedades eléctricas da materia
- 2.-Eletrificación da materia: por frición, por contacto e por indución
- 3.-Carga eléctrica. Unidade de carga eléctrica no Sistema Internacional.
- 4.-Carga eléctrica elemental. Carga neta. Conservación da carga en sistemas aillados.
- 5.-Interacción entre cargas eletricas: Lei de Coulomb.
- 6.-Exame da Lei de Coulomb.
- 7.-Magnetismo natural.
- 8.-Caraterísticas dos imáns. Tipos de imáns.
- 9.-Tipos de materiais en función das súas propiedades magnéticas.
- 10.-A búsola. O experimento de Ørsted.
- 11.-Indución eletromagnética.
- 12.-Unificación de Maxwell.

Propiedades eléctricas da materia

- Os fenómenos eléctricos coñecen-se dende a Greza Clásica.
- **Tales de Mileto** comprobou que cando se esfregaba un anaco de ámbar con lá, este adquiría a propiedade de atraer anaquiños de palla ou plumas de pequeno tamaño.
- Posteriormente **William Gilbert** continuou o estudo destes fenómenos e clasificou aos materiais en **condutores** e **non condutores**.
- Máis tarde **Charles du Fay** identificou dous tipos de eletricidade:

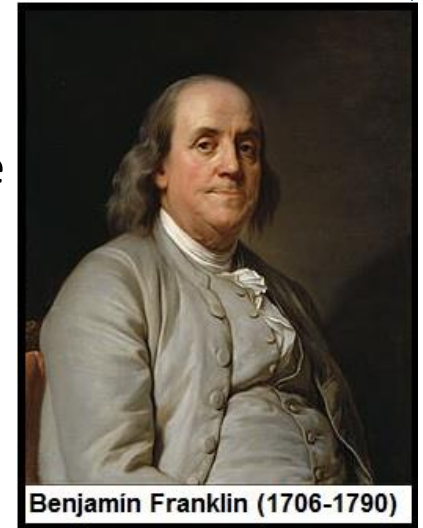


- 1.- **vítrea** que aparecía cando se esfregaba con seda un anaco de vidro.
- 2.- **resinosa** que correspondía con aquela que resultaba de esfregar ámbar ou resina, coa lá ou coa pel dun animal.



Orixe das propiedades eléctricas da materia

- **Benjamín Franklin** baseaba a súa explicación destes fenómenos supoñendo o paso dun **fluído eléctrico** dun corpo a outro. De xeito arbitrario designou á electricidade vítrea de Charles du Fay, como **positiva**, e a electricidade resinosa como **negativa** .
- Hoxe sabemos que a materia está formada por **átomos** e estes a súa vez por partículas sen carga (**neutróns**), con carga positiva (**protóns**) ou negativa (**eletróns**).
- Xa temos estudado que os neutróns e protóns estan no núcleo, mentres que os eletróns, na cortiza do átomo, poden ser transferidos duns materiais a outros. Esta **transferencia** é a que xera os fenómenos eléctricos.
- A **eletrización da materia** é o fenómeno polo que un corpo adquire propiedades eléctricas, derivadas da transferencia de eletróns dende un corpo que ficará cargado positivamente, a outro que adquire carga negativa.
- Ver video: <https://www.youtube.com/watch?v=xIEFfSckz54&t=242s>



Modos de eletrificación

1.-Por frición

Cando esfregamos o tubo do boligrafo cun pano de lá ou cunha pel, esta cede electróns ao boligrafo que fica cargado negativamente.

Se fregamos cun anaco de seda unha barra de vidro, os electróns pasan do vidro á seda ficando o vidro con carga positiva

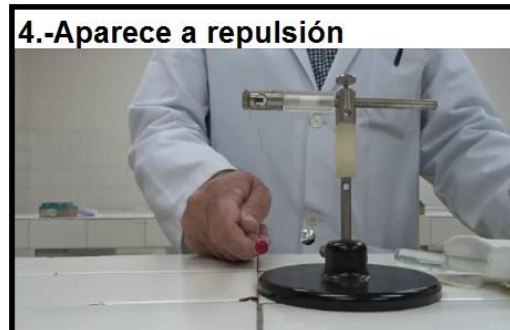


Modos de eletrificación

2.-Por contato

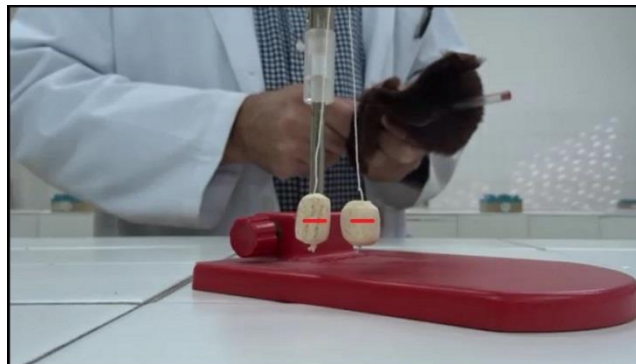
Cando achegamos un obxecto cargado e hai contacto con outro, o primeiro pode transmitir carga do mesmo signo ao segundo. Aprezamos este feito pois ao cabo aparecen forzas de repulsión entre os dous obxectos. Repasa no video o que acontece cando achegamos o bolígrafo cargado á esfera.

O bolígrafo transfere electróns á esfera e esta fica cargada negativamente.

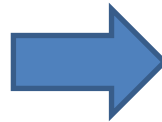


Modos de eletrificação

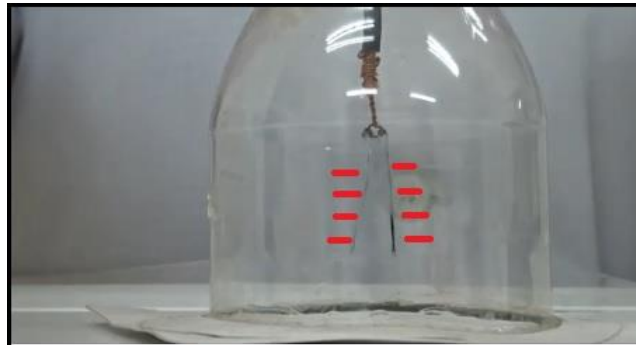
- No video podes ver este modo de eletrificação cando cargamos as esferas de tecido vexetal e o eletroscopio:



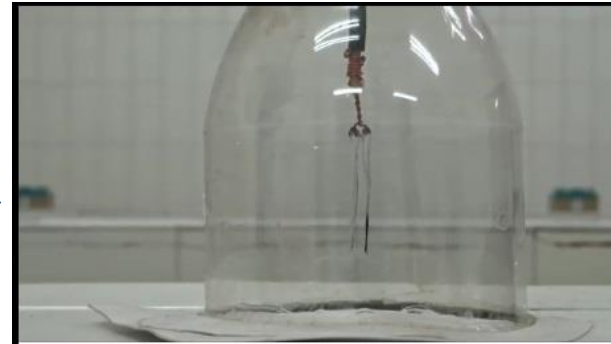
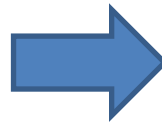
Esferas cargadas



Esferas descargadas



Elettroscopio cargado



Elettroscopio descargado

Modos de eletrificación

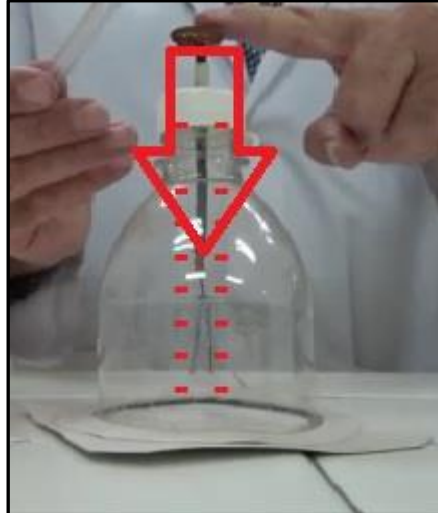
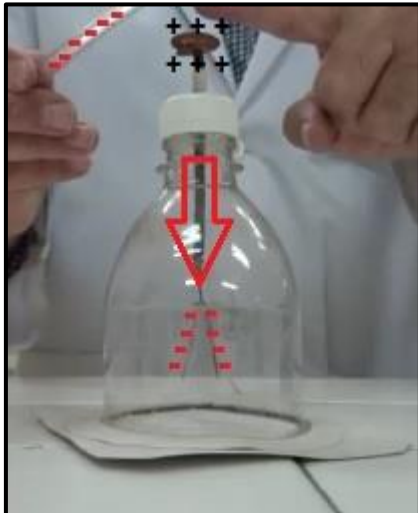
3.-Por indución

Cando achegamos un obxecto cargado negativamente a outro o primeiro, ao que chamamos **indutor**, provoca que os electróns do segundo, ao que chamamos **inducido**, sexan repelidos dando lugar a que se establezan dúas zonas: a zona máis cercana ao indutor adquire electricidade oposta. Como os signos son contrarios, atraen-se. Isto é o que acontece cando achegamos o bolígrafo aos anacos de cartón ou de corcho.



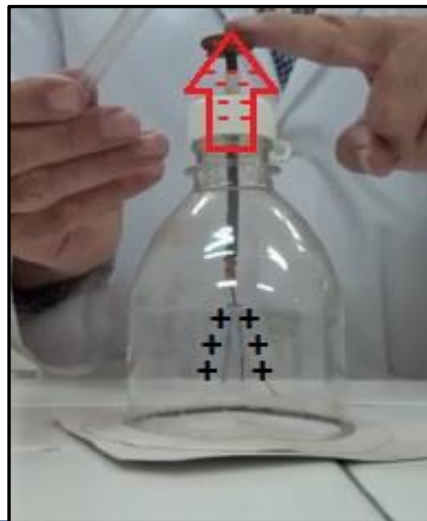
Modos de electrificación

- Repasa tamén as imaxes do video nas que cargamos o eletroscopio achegando o bolígrafo, sen contacto. O eletroscopio carga-se por medio dunha **toma de terra** tocando co dedo a parte superior metálica do aparato.
1. Cando achegamos o bolígrafo cargado (-) os electróns repelidos van hacia as láminas que se separan por repulsión e a parte superior do eletroscopio ten un exceso de carga positiva.
 2. Ao tocar co dedo na parte superior pasan electróns dende o dedo ao eletroscopio.
 3. Nas láminas queda carga negativa (-) en exceso, e repelen-se.



Modos de eletrificação

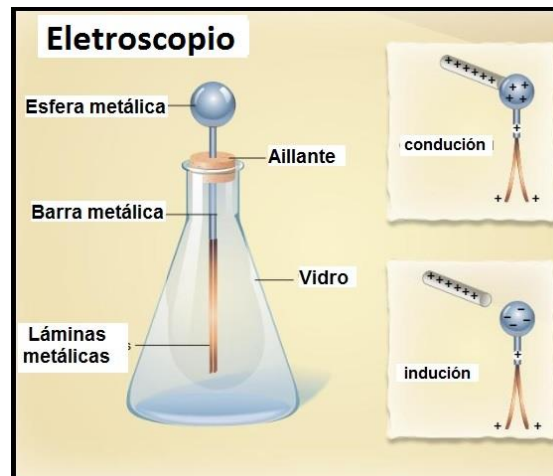
- Tamén podemos cargar positivamente o eletroscopio.
 1. Achegamos unha barra de vidro cargada positivamente. A carga positiva que achegamos atrae aos electróns da estrutura metálica do eletroscopio e as láminas separan-se polo exceso de carga positiva.
 2. Ao tocar co dedo os electróns acumulados na parte superior do eletroscopio pasan ao dedo.
 3. O eletroscopio fica cargado positivamente.



Carga eléctrica

- A carga eléctrica é unha propiedade intrínseca de dúas partículas subatómicas, os **protóns** que teñen **carga positiva**, e os **electróns** que teñen **carga negativa**.
- Esta propiedade manifesta-se en forma de **forzas de atracción** e **forzas de repulsión**: as cargas do mesmo signo repélen-se, mentres que as de signo distinto se atraen.
- No Sistema Internacional a unidade de carga eléctrica é o **Coulomb** ou **culombio (C)** en honor de **C.A. Coulomb**.
- As cargas detetan-se co **electroscopio**, ideado por **William Gilbert** que xa sabes que pode cargarse :

1. Por **condución** ou **contato**.
2. Por **indución**.



Carga eléctrica elemental. Carga neta.

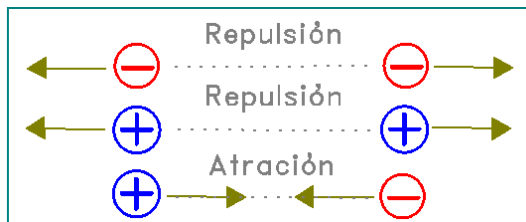
- **Os corpos cargan-se transferíndose electróns**, se un corpo gaña electróns fica cargado negativamente, e se os perde cargase positivamente.
- Polo tanto a **carga eléctrica elemental negativa é a carga do electrón**, e a carga eléctrica elemental positiva, a do protón.
- Foi **R.A. Millikan** quen determinou que a carga do electrón era $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ e a do protón a mesma máis positiva.
- ***A carga do electrón toma-se como carga unidade (-) e a do protón como carga unidade (+).***
- Defínese **carga neta** á diferenza entre o número de electróns e de protóns presentes no interior dun corpo eletrizado. Así se un átomo ten un exceso de 2 electróns, decimos que a súa carga é -2, e se ten un defecto de 2 electróns, +2.
- Cando un átomo gaña 2 electróns, outro perde os 2 electróns, un adquire unha carga -2 e o outro a carga +2. Se o sistema está aillado, a carga conserva-se (**Lei de Conservación da carga eléctrica**: nun sistema aillado, a carga neta conserva-se))



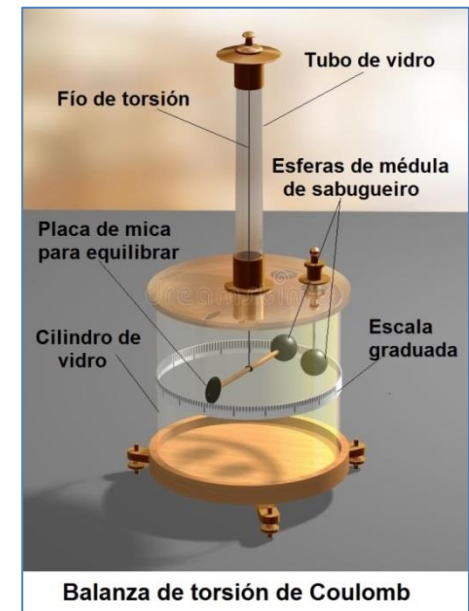
Robert Andrew Millikan
(1868-1953)

Interacción entre cargas eléctricas: Lei de Coulomb

- Foi **Coulomb** quen estudou e descubriu a lei que permite coñecer as forzas de atracción e repulsión entre as cargas eléctricas.
- Para elo utilizou unha **balanza de torsión**.
- Tivo en conta:
 1. A forza de atracción ou repulsión, é **directamente proporcional** ao valor da carga. Se a carga aumenta, a forza tamén o fai.
 2. O sentido da forza depende do signo das cargas:



3. A forza depende do medio e ademais é **inversamente proporcional** ao cadrado da distancia, e aplícase na dirección da liña recta que une os centros das esferas que están cargadas.
4. A forza resultante pode ser de repulsión ou de atracción en función do signo das cargas.



Interacción entre cargas eléctricas:

Exame da Lei de Coulomb

- **Coulomb** chega á seguinte ecuación para o calculo da forza entre cargas:

$$F = K \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

- Nesta ecuación:

- 1) F é a forza expresada en Newton (N)
- 2) d é a distancia entre as cargas, expresada en metros (m)
- 3) Q_1 e Q_2 son as cargas, expresadas en culombios (C)
- 4) K é unha constante caraterística de cada medio. Observa a taboa.
- 5) **Signo** pois se as cargas teñen o mesmo signo (- e - ou + e +) o resultado será positivo (+).
Mais se teñen signo contrario (+ e - ou - e +) o resultado será negativo. No primeiro caso, a forza é de repulsión e no segundo de atracción.

Medio	K (N.m ² /C ²)
Ar/vacío	9.10 ⁹
Auga	1,12.10 ⁸
Vidro	1,16.10 ⁹
PVC	2,5.10 ⁹

Aplicación da Lei de Coulomb

- **Calcula a forza de atracción entre dúas cargas separadas 2 mm, unha de valor 2 nC e outra de valor -6 nC no vacío.**

1) Imos expresar todas as unidades no S.I:

$$2 \text{ mm} \cdot \frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$2 \text{ nC} \cdot \frac{10^{-9} \text{ C}}{1 \text{ nC}} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ C} , \quad -6 \text{ nC} \cdot \frac{10^{-9} \text{ C}}{1 \text{ nC}} = -6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

2) Agora aplicamos a ecuación de Coulomb:

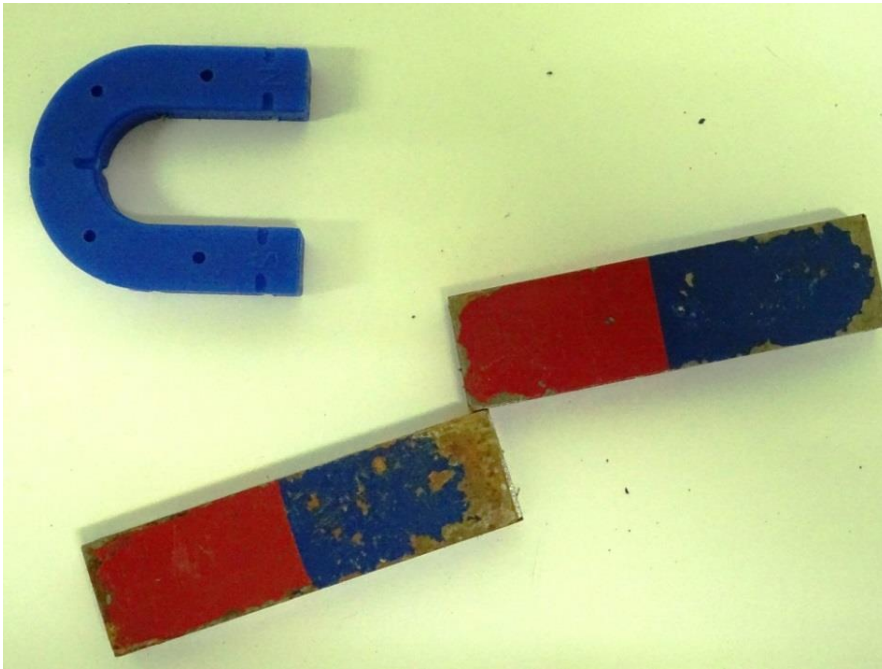
$$F = K \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-9} \text{ C} \cdot (-6 \cdot 10^{-9} \text{ C})}{(2 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2} = -0,027 \text{ N}$$

- Repite os calculos se as dúas cargas son as mesmas mais agora as dúas **positivas**, e o medio é a **auga** mantendo a distancia constante.

(Solución: $3,36 \cdot 10^{-4} \text{ N}$)

Fenómenos magnéticos naturais

Imans naturais e artificiais



Compás ou bússola



Magnetismo

“Sócrates: Este don de falar ben sobre Homero é ,en ti, non un arte , como xa che decía hai un pouco, senon unha forza divina. Ela é a que te impulsa e pon en movemento *como acontece coa pedra que Eurípides denominóu magnética e que comunmente denomínase Heraclea.*

Esta pedra non só atrae os aneis de ferro, ficando neles a súa acción, senon que comunica aos aneis unha forza que lles da o mesmo poder que ten a pedra, de xeito que as veces, ve-se unha longa cadea de aneis de ferro pendurados uns dos outros dese xeito.

E a forza de todos deriva daquela pedra”

Platón: “Dialogo entre Sócrates e Ion sobre a Iliada”

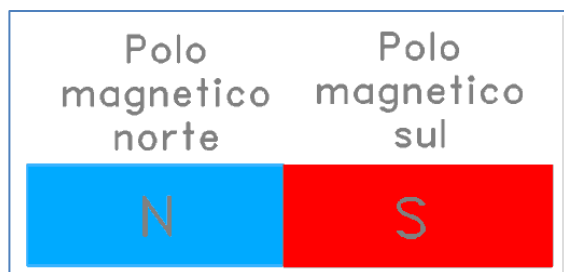
Magnetismo natural

- Ver video:

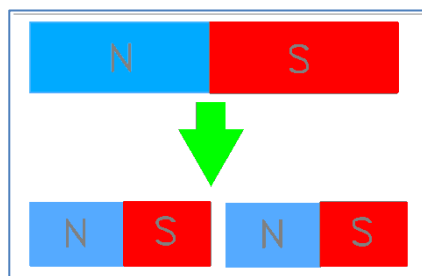
<https://www.youtube.com/watch?v=yEILfdnO7Jw>

Carateristicas dos imáns

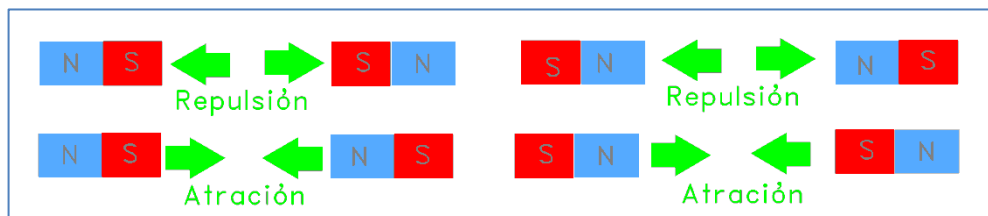
1.-Os imáns presentan dous polos: polo **norte (N)** e polo **sul (S)** :



2.-Non é posibel separar os dous polos, se crebamos un imán obtemos dous imáns cada un cos seus polos N e S. Non é posibel o monopolo.



3.-Entre polos iguais aparece repulsión, entre polos diferentes, atracción:



Tipos de imáns

- **Pola súa orixe** poden ser:
 - 1) **Naturais:** son os que se obteñen a partir de materiais que teñen propiedades magnéticas no seu estado natural .Por exemplo a **magnetita**.
 - 2) **Artificiais:** fábrícan-se por imantación de materiais denominados **ferromagnéticos**.
 - **En función da duración das propiedades magnéticas:**
 - 1) **Temporais:**só manteñen as propiedades un tempo limitado.
 - 2) **Permanentes:**manteñen as propiedades magnéticas de forma indefinida.
- Os das imaxes son artificiais e permanentes.



Magnetita



Discos de alnico
(aluminio-niquel-cobalto)



Discos de neodimio



Discos de ferrita
(Ferrita-bario-cobalto)

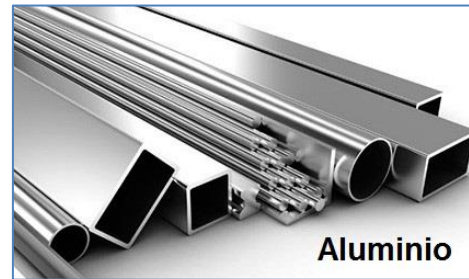
Tipos de materiais en función das súas propiedades magnéticas

Non todos os metais se comportan do mesmo xeito fronte aos imáns e o magnetismo. Podemos identificar varios grupos:

1.-Diamagnéticos: caracterízan-se porque son repelidos polos imáns. Foron descubertos por Michael Faraday cando observou que un anaco de bismuto era repelido por un imán. Outros son o ouro, a prata, cobre ou o mercurio.



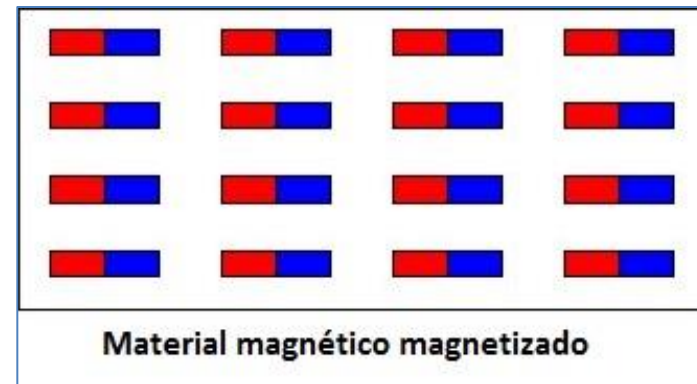
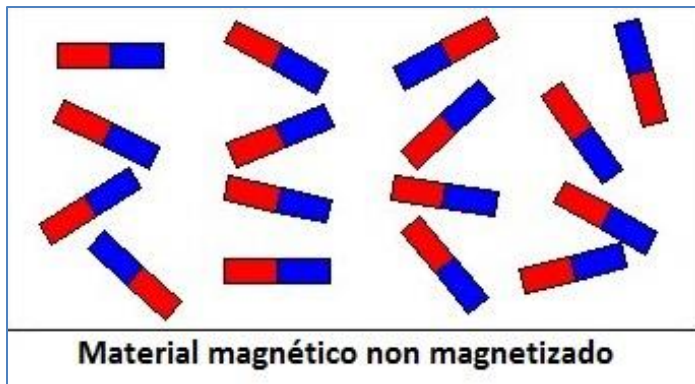
2.-Paramagnéticos: son aqueles que son atraídos polos imáns mais o efecto é moi feble. Imantan-se moi pouquiño. É o caso do platino, aluminio ou estaño.



3.-Ferromagnéticos: resultan atraídos e imantan-se con facilidade dando lugar aos imáns artificiais permanentes (remanencia magnética). Os máis coñecidos son metais como ferro, cobalto, níquel e tamén “terras raras” como o neodimio, ou o samario.

Comportamento dos materiais ferromagnéticos

- No caso dos materiais ferromagnéticos a ausencia de propiedades magnéticas deriva de que o movemento interno dos seus electróns, desordeado, leva a que a contribución de cada un se vexa compensada pola dos outros.
- Cando entran en contacto cun campo magnético exterior, sofren unha distorsión que orienta a contribución de todos e cada un dando lugar á aparición das propiedades magnéticas.



A búsola ou compás

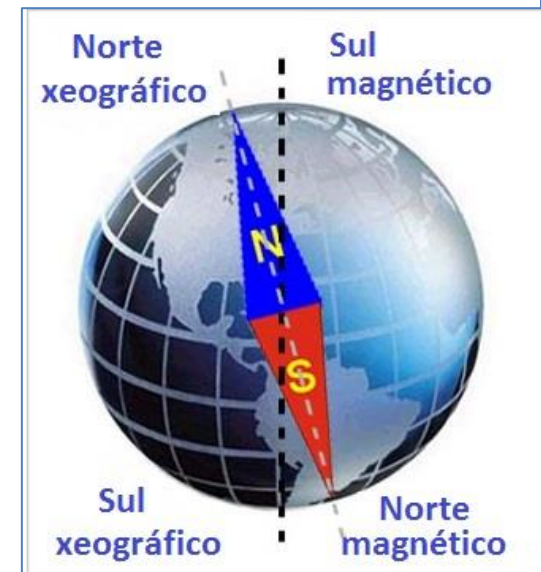
- A primeira referencia a un dispositivo magnético que pode indicar dirección, aparece na China, nun libro dos anos 1040 a 1044 durante a **dinastía Song**. Fai-se referencia a un obxecto con forma dun peixe que se orienta na dirección sul-norte.
- Un pouco máis tarde, hacia 1086 **Shen Kuo** describe como se imanta unha agulla con magnetita e como a agulla orienta-se definindo unha dirección concreta.
- **Zhou Daguan**, hacia 1296 describe o uso da agulla imantada na navegación.
- Aquí na Europa, vai ser **Peter Peregrinus de Maricourt** (1220-1270) quen describe estes fenómenos (é o primeiro que introduce o termo “polo”) e identifica o polo norte magnético.
- Será **William Gilbert** , que xa citamos antes, o que describa con máis coidado o magnetismo e atribúe os fenómenos magnéticos xeográficos ás características do noso planeta.

A bússola ou compás

- Basicamente unha bússola non é máis que unha **agulla imantada** (un imán con forma de agulla).

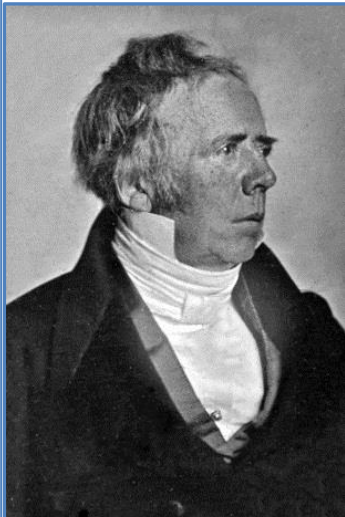


- **A agulla apunta o seu polo norte hacia o polo norte xeográfico da Terra, o que indica que o polo norte xeográfico terrestre é un polo sul magnético.** Polo tanto o polo sul xeográfico, é un polo norte magnético
- O noso planeta por tanto é un autentico imán.
- O campo magnético terrestre xera-se polo movemento das aliaxes de ferro fundido no núcleo externo do planeta.

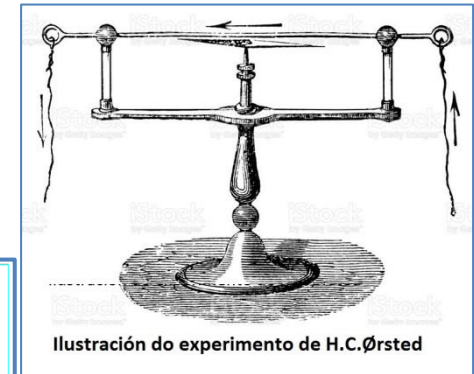
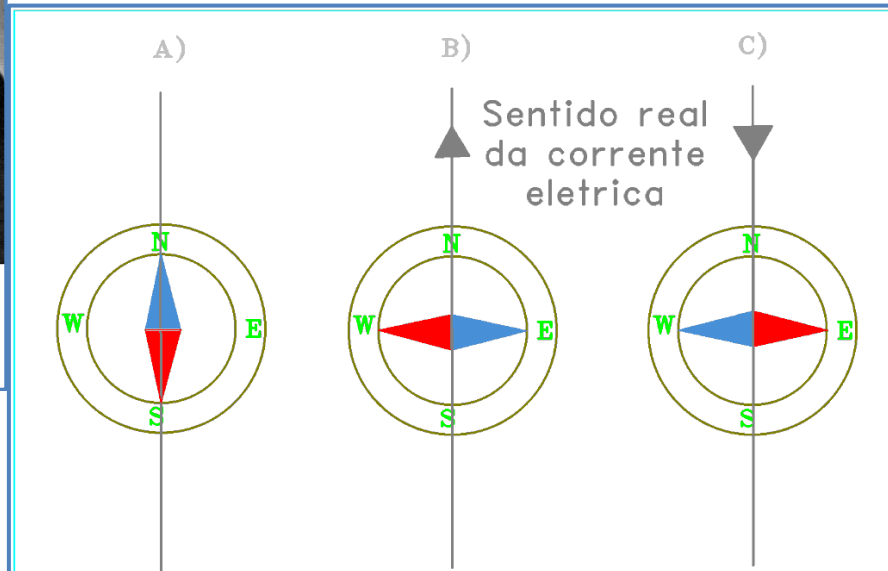


Relación entre eletricidade e magnetismo: experiencia de Ørsted

- En 1820 **H.C. Ørsted** observa que unha corrente eléctrica desvía unha búsola, unha agulla imantada.
- Ver video: <https://www.youtube.com/watch?v=vRbFOREJUCs>

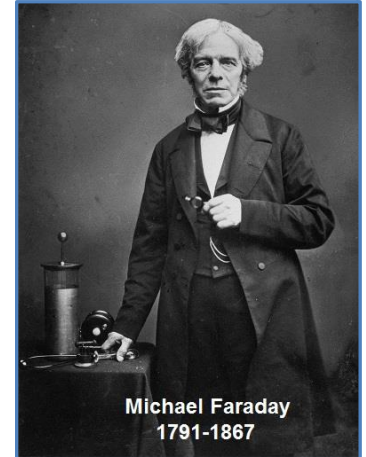


Hans Christian Ørsted
(1777-1851)

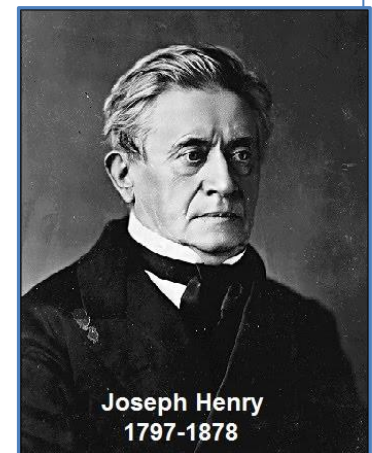


Relación entre eletricidade e magnetismo: indución eletromagnética

- A experiencia de **Ørsted** demostrou que a corrente eléctrica tiña capacidade de producir efectos magnéticos.
- **M.Faraday** e **Joseph Henry** pensaron que polo mesmo o magnetismo debería dar lugar a correntes eléctricas, e comprobaron que cando se movía un imán no interior dunha bobina efetivamente detetaba-se a indución de correntes eléctricas que cambiaban de sentido.
- Ver video: <https://www.youtube.com/watch?v=h7tnHtSXNXA>

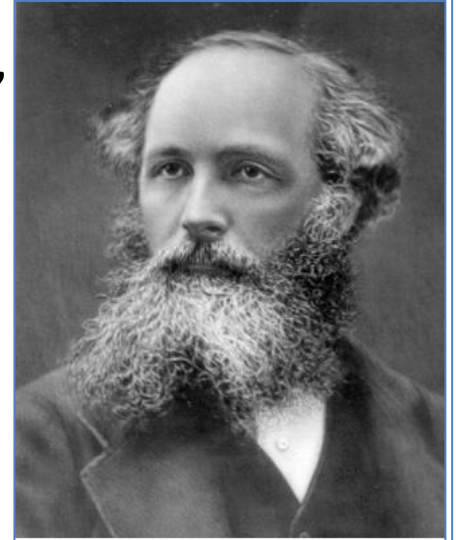


- Pouco despois deseñaron-se sistemas de produción de eletricidade máis eficientes:
<https://www.youtube.com/watch?v=XTKwYqGUIOE>



Unificación eletromagnética

- En 1873 **James Clerk Maxwell** vai publicar un traballo excepcional: “**A treatise on electricity and magnetism**”
- Nese traballo reunía baixo a mesma teoría todos os resultados das investigacións sobre eletricidade e magnetismo, ademais de identificar á luz como unha onda eletromagnética.



James Clerk Maxwell
(1831-1879)



Isaac Newton (1642-1727)

Esta foi a unificación eletromagnética

Dous séculos antes **Isaac Newton (1642-1727)** levara a cabo a unificación da mecánica.