

# PERCORSO DIDATTICO SULL'ELETTRICITÀ E SUL MAGNETISMO

Leonardo Barsantini

Il percorso è un'introduzione ai fenomeni elettrici e magnetici e si rivolge direttamente agli studenti. Le parti in grassetto sono delle domande rivolte allo studente che richiedono una riflessione personale o una analisi sperimentale prima di proseguire con lo studio.

L'elettricità e il magnetismo sono stati trattati separatamente allo scopo di creare una chiara distinzione fra i due fenomeni ed evitare di rinforzare la confusione, di solito già presente nelle idee degli studenti.

Nella parte finale del percorso si abbozza una breve analisi storica, relativa al XVI e XVII secolo, allo scopo di evidenziare la complessità e la difficoltà presenti nello sviluppo dei concetti scientifici. Si mette anche in evidenza come concetti "prescientifici" e "scientifici" possano convivere, e si propongono agli studenti alcune domande del dibattito dell'epoca.

## **Primi fenomeni elettrici**

**Cosa accade se strofini una bacchetta di plastica (ad esempio una penna) con un panno di lana e avvicini la bacchetta a un piccolo frammento di carta?**

Questo è un esperimento che probabilmente hai effettuato e quindi conosci già la risposta alla domanda: la bacchetta di plastica strofinata sul panno di lana attrae il piccolo frammento di carta.

Supponiamo di fare prove analoghe anche con altri materiali: plastica, plexiglas, vetro, ferro, rame, ambra (resina prodotta da alcuni tipi di alberi ormai estinti), alluminio, nichel. Dopo aver eseguito la prova ti sarai accorto che alcuni materiali attraggono il pezzetto di carta altri invece no. Possiamo realizzare la seguente tabella:

materiali che attirano la carta

plastica

plexiglas

vetro

ambra

materiali che non attirano la carta

ferro

rame

alluminio

nicel (monete)

Abbiamo realizzato una prima distinzione fra materiali diversi e possiamo anche dire che i materiali che attirano la carta si sono **elettrizzati**, e che i fenomeni che stiamo sperimentando sono di natura **elettrica** (si parla anche di **interazione elettrica**). Stiamo quindi studiare fenomeni elettrici.

### **La carta è l'unico materiale attratto?**

Sperimentando con altri materiali ci accorgiamo che la carta non è l'unico materiale attratto, altri materiali sono, ad esempio, il filo, e la paglia.

### **La bacchetta di plastica esercita una forza sul pezzetto di carta che attrae? In ogni caso quale altra forza è applicata al pezzetto di carta quanto questo è attratto dalla bacchetta?**

L'attrazione elettrica esercita una forza sul pezzetto di carta, infatti quest'ultimo si solleva dal tavolo su cui è appoggiato e va verso la bacchetta proprio come se fosse tirato su con un filo; al pezzetto di carta è però applicata anche un'altra forza che hai sicuramente già incontrato: la forza peso. La forza peso non è una forza di natura elettrica ma è detta di natura gravitazionale in quanto dipende dall'attrazione gravitazionale fra la Terra e gli oggetti.

### **Esercizio**

1) Disegna le due forze: elettrica e gravitazionale, applicate sul pezzetto di carta attratto dalla bacchetta carica.

\*\*\*\*\*

**Le due forze, quella elettrica e quella gravitazionale, hanno in comune la caratteristica di manifestarsi anche fra corpi che non sono a contatto?**

Quanto abbiamo studiato finora ci conferma che le due forze possono manifestarsi anche quando i corpi non sono a contatto fra loro, cioè a distanza.

Prendiamo adesso delle bacchette di materiale diverso: plastica e vetro e appendiamone una per mezzo di un filo in modo che resti orizzontale. Supponiamo di aver appeso la bacchetta di plastica, elettrizziamola strofinandola con un panno di lana e poi elettrizziamo anche la bacchetta di vetro.

**Cosa accade quando avviciniamo la bacchetta di vetro?**

In questo caso notiamo che la bacchetta di vetro attrae quella di plastica.

**Cosa pensi che accada se invertiamo i ruoli delle bacchette, cioè appendiamo la bacchetta di vetro e avviciniamo quella di plastica?**

Se invertiamo i ruoli, cioè appendiamo la bacchetta di vetro e avviciniamo quella di plastica, dopo averle elettrizzate entrambe, notiamo che la bacchetta di vetro è attratta da quella di plastica.

**Possiamo dire che le bacchette si attraggono?**

L'attrazione fra la bacchetta di plastica e quella di vetro è reciproca anche se noi

vediamo muoversi soltanto una bacchetta alla volta, ma ciò è dovuto al fatto che mentre una bacchetta è libera di muoversi, l'altra resta bloccata dalla nostra mano.

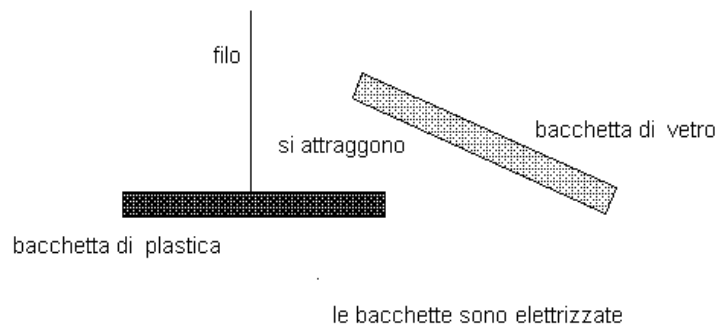
**Puoi pensare un esperimento che confermi ulteriormente quest'ultima affermazione utilizzando sempre le due bacchette di vetro e di plastica.**

Anche quando avviciniamo un oggetto elettrizzato a un pezzo di carta vediamo soltanto il movimento della carta verso l'oggetto elettrizzato, ma anche in questo caso dobbiamo pensare che l'attrazione è reciproca anche se percepiamo soltanto il movimento della carta verso l'oggetto elettrizzato e non quella dell'oggetto elettrizzato verso la carta.

Adesso prova a eseguire la stessa prova appendendo una bacchetta di plastica e avvicinando un'altra bacchetta, sempre di plastica, dopo averle elettrizzate entrambe.

**Cosa accade adesso?**

La prova ci mostra che le bacchette si respingono, lo stesso fenomeno si osserva se usiamo le due bacchette di vetro.



### **Esercizio**

1) Rappresenta, in modo schematico, le forze elettriche che agiscono sulle bacchette del disegno riportato qui sopra.

\*\*\*\*\*

Ricapitolando possiamo dire che:

1. se gli oggetti non sono elettrizzati non c'è attrazione o repulsione, cioè non c'è interazione;
2. se sono elettrizzati ci può essere o attrazione, o repulsione.

Da queste prime osservazione sembrerebbe che non tutti i corpi si elettrizzino allo stesso modo.

**Se prendi due bacchette, ad esempio di vetro, e le elettrizzi entrambe con lo stesso panno di lana puoi dire che le due bacchette sono elettrizzate allo stesso modo? E le due bacchette di plastica?**

Dato che le bacchette sono dello stesso materiale e anche il panno usato per elettrizzarle è lo stesso nei due casi, possiamo dire che le due bacchette sono state elettrizzate allo stesso modo o anche che hanno la stessa **carica**; due bacchette elettrizzate con la stessa carica si respingono.

**Ritieni che le bacchette di plastica e di vetro abbiano la stessa carica quando sono elettrizzate con lo stesso panno di lana?**

In questo caso non è così evidente che le due bacchette abbiano la stessa carica in quanto i due materiali sono diversi, inoltre mentre nel caso di materiali uguali, e quindi stessa carica, si ha repulsione, con materiali diversi, si ha attrazione.

Una ipotesi possibile è che i due corpi si elettrizzino con cariche diverse e che quindi esistano due diversi tipi di carica.

**Esistono solo due tipi di carica o più di due? Come faresti per scoprirlo?**

Anche altri materiali, che è possibile elettrizzare, presentano comportamenti analoghi a quelli della plastica o del vetro: si respingono fra loro, e se il nuovo materiale attrae la plastica allora respinge il vetro o viceversa. Non si osserva mai un materiale che, ad esempio, respinga (o attragga) sia la plastica che il vetro: in questo caso il nuovo materiale avrebbe proprietà diverse sia dal vetro che dalla plastica.

### **Esercizio**

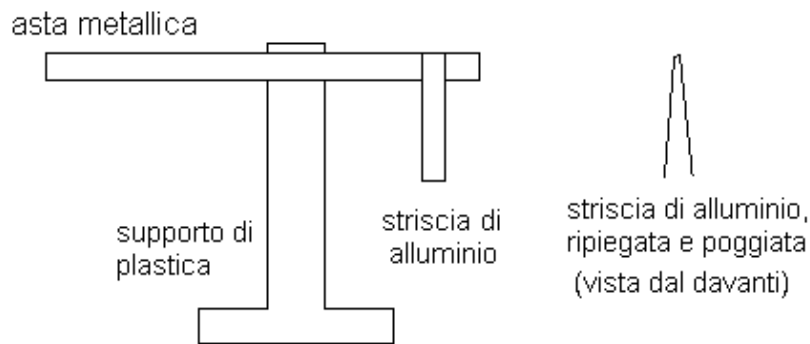
1) Supponiamo di avere elettrizzato una bacchetta di un materiale che attrae la plastica ma respinge il vetro, la carica di questo materiale è dello stesso tipo di quella della plastica o di quella del vetro?

\*\*\*\*\*

**Possiamo concludere dicendo che esistono due tipi di cariche e che cariche uguali si respingono mentre cariche opposte si attraggono:** alla carica del vetro possiamo dare il nome di carica **positiva**, a quella della bacchetta di plastica il nome di carica **negativa**.

### **L'attrazione e la repulsione si esercitano solo fra corpi elettrizzati?**

Da quanto si è detto in precedenza si può dire che mentre la repulsione è un effetto presente soltanto fra corpi elettrizzati (bacchetta di vetro con bacchetta di vetro entrambe elettrizzate o bacchetta di plastica con bacchetta di plastica sempre elettrizzate), l'attrazione può essere presente sia fra corpi elettrizzati che fra un corpo elettrizzato e uno scarico. Per analizzare meglio questo tipo di fenomeno si può costruire un semplice apparecchio composto da un supporto, un'asta di metallo e una striscia di un foglio di alluminio. Questo e apparecchi simili prendono il nome di elettroscopi e una semplice versione di questo dispositivo è riportata nella figura.



### Cosa accade se avvicini una bacchetta elettrizzata all'asta metallica?

Se avvicini una bacchetta di plastica elettrizzata alla striscia di alluminio questa è attratta dalla bacchetta; se avvicini la bacchetta all'asta metallica dalla parte opposta a quella dove è poggiata la striscia di alluminio ti accorgerai che le due facce di alluminio divergono; se la bacchetta si allontana le facce si riavvicinano. A questo fenomeno che avviene "a distanza", cioè senza contatto, diamo il nome di **induzione elettrica**. Se si sostituisce l'asta metallica con un'asta di cartone o di plastica quando ci si avvicina con la bacchetta elettrizzata alla parte opposta della striscia di alluminio le due facce non divergono più.

Fai molta attenzione nello sperimentare con i fenomeni elettrici, non tanto, a questo livello, per motivi di sicurezza, ma per l'imprevedibilità nello sperimentare con le cariche elettriche dovuta a fattori che talvolta non sono stati tenuti in considerazione. Newton stesso mise in evidenza le difficoltà nello sperimentare con oggetti elettrizzati. E' quindi opportuno che le prove siano effettuate varie volte per essere sicuri dei risultati ottenuti prendendo nota della strumentazione utilizzata, delle procedure eseguite e di quant'altro ritenuto importante in modo da poter ripetere la prova o risalire facilmente ai risultati se necessario.

### Puoi dire che le cariche si possono spostare nei materiali?

Nell'esperimento con l'elettroscopio abbiamo visto che l'attrazione della bacchetta

elettrizzata avvicinata all'asta metallica dalla parte opposta a quella della striscia di alluminio fa divergere le due facce.

**Come si può spiegare il fatto che le due facce della striscia di alluminio si allontanino?**

Possiamo pensare che si allontanino fra di loro perché si respingono.

**Le due facce della striscia di alluminio hanno la stessa carica oppure no?**

Abbiamo interpretato il fatto che le due facce si allontanino come un effetto di repulsione, quindi sulle due facce devono essere presenti le stesse cariche. Quando la bacchetta si allontana le due facce si riavvicinano.

**Possiamo allora pensare che le cariche si muovano all'interno dell'asta metallica?**

In base a quanto abbiamo visto possiamo fare l'ipotesi che avvicinando la bacchetta elettrizzata con cariche negative, (per quanto detto in precedenza quelle del vetro sono state chiamate positive), all'interno dell'asta metallica ci sia un movimento di cariche che porta quelle di positive verso la bacchetta, e le negative dalla parte opposta. Ma dalla parte opposta c'è la striscia di alluminio che caricandosi di carica negativa fa sì che si respingano le due facce.

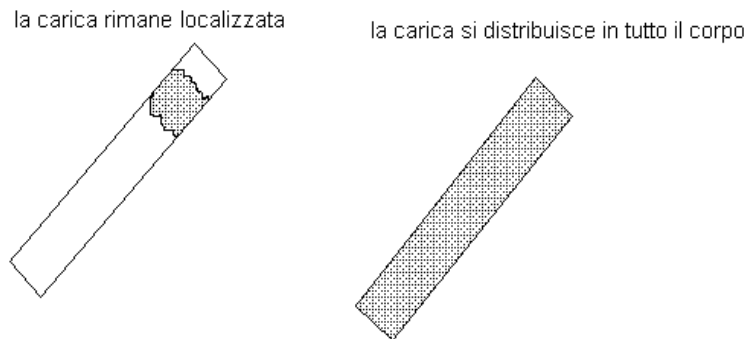
Però ciò non vale per tutti i materiali. Infatti con un'asta di cartone o di plastica la striscia di alluminio non risente dell'effetto della bacchetta elettrizzata quando questa è avvicinata dalla parte opposta a quella dove è appoggiato l'alluminio.

Le bacchette di vetro o di plastica, inoltre, riescono a mantenere la loro carica, anche quando le teniamo in mano, purché non le tocchiamo direttamente nella zona dove risiede la carica, in quel caso anche queste bacchette perdono la loro carica.



**Abbiamo diviso i materiali in due classi quelli che si elettrizzano e gli altri; come pensi che si distribuisca la carica all'interno di questi corpi?**

Possiamo ipotizzare che i materiali che si elettrizzano mantengono la carica nel punto in cui è stata accumulata, mentre gli altri la distribuiscono in tutte le loro parti e quindi, venendo a contatto con la mano della persona che sorregge la bacchetta si scaricano.



In figura sono rappresentate le due situazioni: la carica rimane dove si è prodotta, isolata dal resto del corpo; Il corpo permetta la conduzione della carica in tutte le sue parti. Ai corpi del primo tipo diamo il nome di **isolanti**; agli altri corpi diamo il nome di **conduttori**.

### **Esercizi**

- 1) Il corpo umano è un conduttore o un isolante?
- 2) Elenca alcuni materiali conduttori e isolanti.

\*\*\*\*\*

Supponiamo di elettrizzare una bacchetta di plastica con uno panno di lana e di appenderla con un filo sottile. Se elettrizziamo un'altra bacchetta di plastica e l'avviciniamo alla prima vediamo, come già sappiamo, che le due bacchette si respingono, ma se avviciniamo il panno di lana dove abbiamo sfregato la seconda bacchetta alla prima vediamo che si attraggono.

## **Cosa pensi che sia accaduto?**

Il panno di lana ha acquisito una carica opposta a quella della bacchetta. Possiamo quindi pensare che i corpi scarichi siano **neutri**, cioè ci sia tanta carica positiva quanta negativa, e che quando vengono elettrizzati ci sia un passaggio di carica da un corpo a un altro lasciando un corpo carico positivamente e l'altro carico negativamente.

I fenomeni elettrici sono molto complessi da studiare, ma questa prima divisione fra materiali conduttori e isolanti è importante. Fra corpi carichi ci può essere sia attrazione che repulsione; fra un corpo carico, sia positivamente che negativamente, e uno scarico c'è solo attrazione. Riguardo a quest'ultimo caso possiamo fare la seguente ipotesi: nei corpi scarichi c'è tanta carica positiva quanto negativa; quando avviciniamo un corpo carico a uno scarico, all'interno di quest'ultimo la carica dello stesso segno di quella del corpo carico tende ad allontanarsi e quella di segno opposto tende ad avvicinarsi al corpo carico generando l'attrazione: ciò spiegherebbe perché ci sia soltanto attrazione quando si avvicina una bacchetta carica (sia positivamente che negativamente), a un pezzetto di carta. Naturalmente questa ipotesi, anche se ci fornisce un'idea intuitiva di cosa può accadere, è di carattere generale perché considera allo stesso modo sia gli isolanti che i conduttori all'interno dei quali, invece, si è ipotizzato un movimento di cariche.

**I conduttori (ma anche alcuni isolanti come il legno), non sono facili da elettrizzare, anche se sono tenuti direttamente in mano tramite un isolante, ad esempio si può pensare a un cacciavite. Perché?**

Le cariche tendono ad occupare tutto il corpo e non si concentrano in un'area localizzata e ciò tende a indebolire gli effetti di attrazione e repulsione che nei conduttori non sono più visibili. Possiamo però pensare che, se è vera l'ipotesi che la carica dello stesso segno di quella del corpo elettrizzato tende ad allontanarsi e quella di segno opposto tende ad avvicinarsi al corpo elettrizzato generando l'attrazione, anche i

conduttori possano essere attratti.

**Verifica questa ipotesi elettrizzando una bacchetta di plastica e avvicinandola a un piccolo pezzo di alluminio ricavato dai fogli che si usano in cucina.**

Effettivamente la bacchetta elettrizzata attrae il piccolo pezzetto di alluminio. Questo effetto era già noto perché la bacchetta elettrizzata era in grado di attrarre la striscia di alluminio dell'elettroscopio.

### **Primi fenomeni magnetici**

Tutti gli effetti che abbiamo considerato fin qui sono detti “elettrici”; questi non sono i soli fenomeni che ci interessano, accanto a questi ci sono effetti di un altro tipo e nei quali ti sei imbattuto, infatti, conosci già la calamita e sai che per mezzo di essa si possono attrarre alcuni oggetti.

**Realizza una tabella che ti permetta di distinguere fra i materiali attratti dalla calamita e gli altri. Prova con: ferro, plastica, alluminio, nichel, vetro, rame, carta.**

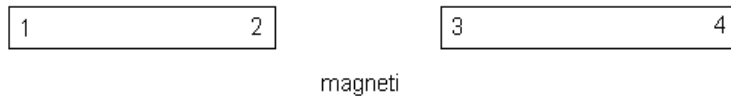
oggetti attratti dalla calamita	oggetti non attratti dalla calamita
ferro	plastica
nichel	vetro
	alluminio
	rame
	carta

**Puoi affermare che la calamità attira i conduttori?**

La risposta è negativa: alluminio e rame sono due conduttori ma non sono attratti dalla calamita, quindi il fenomeno che stiamo studiando non permette più di distinguere fra isolanti e conduttori.

**Prendi adesso due calamite e avvicinale, cosa osservi?**

Si nota che ci può essere sia attrazione che repulsione. Nella figura sono stati schematizzati due magneti e sono state numerate le loro estremità, supponendo che fra gli estremi 2 e 3 ci sia attrazione.



**Descrivi cosa accade in termini di repulsione e attrazione fra gli estremi dei due magneti, facendo riferimento alla loro numerazione.**

attrazione	repulsione
2-3	1-3
1-4	2-4

Fra magneti si ha dunque sia attrazione che repulsione.

**Esercizio**

1) Disegna le forze magnetiche nel caso di due magneti che si attraggono e nel caso di due magneti che si respingono.

\*\*\*\*\*

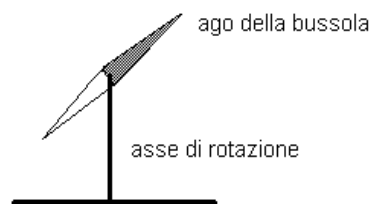
**Abbiamo visto che il ferro è attratto dal magnete. Ciò accade con entrambi gli**

**estremi di quest'ultimo oppure con un estremo si ha attrazione e con l'altro repulsione?**

Il magnete attrae il ferro con entrambi i suoi estremi e non si osserva la repulsione. Prendi un oggetto di ferro e avvicinalo a un altro oggetto di ferro di piccole dimensioni, ad esempio uno spillo: fra i due oggetti non c'è interazione; ripeti la stessa prova dopo aver avvicinato o messo a contatto l'oggetto di ferro col magnete: adesso fra oggetto di ferro e spillo c'è attrazione. L'oggetto di ferro si è **magnetizzato**.

Questi fenomeni sono detti di natura **magnetica (interazione magnetica)**, e mostrano alcune somiglianze con quelli di natura elettrica anche se fra le due interazioni ci sono delle differenze che ci fanno capire che non dobbiamo confonderle.

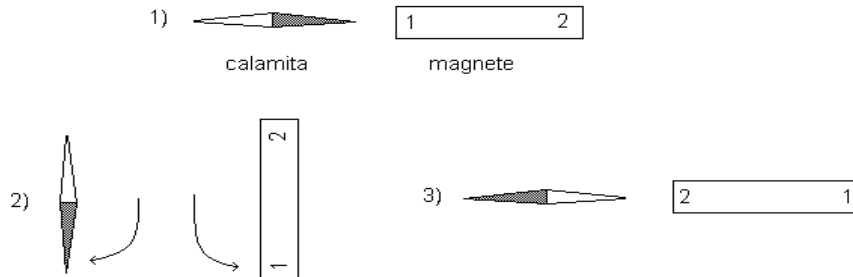
Lo studio dei fenomeni di natura elettrica è facilitato da strumenti quali l'elettroscopio, o le semplici bacchette di vetro e di plastica appese a un filo; in entrambi i casi gli strumenti costruiti sono in grado di accumulare della carica e quindi di evidenziare la presenza o meno di altra carica elettrica attorno a loro per mezzo dell'attrazione o della repulsione. Anche per i fenomeni di natura magnetica è utile la presenza di strumenti che possano mettere in evidenza le interazioni di attrazione o di repulsione: ciò può essere fatto per mezzo di una bussola. Se osservi la bussola ti accorgerai che questa è costituita da un piccolo ago che può ruotare attorno a un asse verticale, il tutto messo all'interno di un contenitore di protezione.



Le due metà dell'ago della bussola sono generalmente colorate in modo diverso e per quanti sforzi tu faccia, nel ruotare il contenitore, questo ago si ridisporrà sempre nella stessa direzione.

**Cosa accade se avvicini alla bussola una calamità?**

La bussola tende ad allinearsi con la calamita e se ruoti la calamita, allora ruota anche la bussola.



Come si vede nel disegno si ha attrazione fra la faccia 1 del magnete e quella scura della calamita, e la faccia due del magnete e quella chiara della calamita; negli altri casi si ha repulsione.

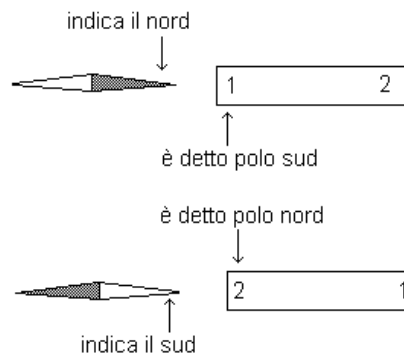
### **Cosa pensi che sia l'ago della calamita?**

Per mezzo delle esperienze fatte, che mettono in evidenza sia la repulsione che l'attrazione, possiamo pensare che anche l'ago della bussola sia un magnete. Il fatto che l'ago della bussola si orienti sempre allo stesso modo ci dice che nell'ambiente in cui viviamo ci devono essere delle forze magnetiche. Queste forze sono generate dalla Terra che si comporta come una enorme calamita; i poli di questa enorme calamita coincidono quasi col nord e col sud della Terra: in realtà il polo nord magnetico si trova nell'isola di Bathurst, in Canada, a circa 1600 km dal polo nord geografico e il polo sud magnetico si trova presso la costa di Adelia, in Antartide, a 2600 km dal polo sud geografico; entrambi i poli magnetici si spostano col passare del tempo. La bussola era già nota in occidente nel 1200 e in Cina ancor prima.

La bussola, orientandosi lungo la direzione nord-sud, si rivela un utile strumento per l'orientamento: si faccia attenzione, però, al fatto che non è la bussola a definire il nord e il sud del nostro pianeta, la bussola è uno strumento che ci aiuta a determinare questi punti,

cioè non è la calamita che definisce il nord e il sud della terra, ma è per mezzo del nord e il sud della terra che diamo un nome ai poli della calamita.

Diventa adesso chiaro perché i due estremi della calamita vengono chiamati polo nord e polo sud. Disponendo di una bussola e di una calamita possiamo individuare i due poli di quest'ultima lavorando sulle attrazioni e sulle repulsioni: il polo della calamita che attira il polo della bussola che indica il sud lo chiamiamo **polo nord**; il polo della calamita che attira il polo della bussola che indica il nord lo chiamiamo **polo sud**.



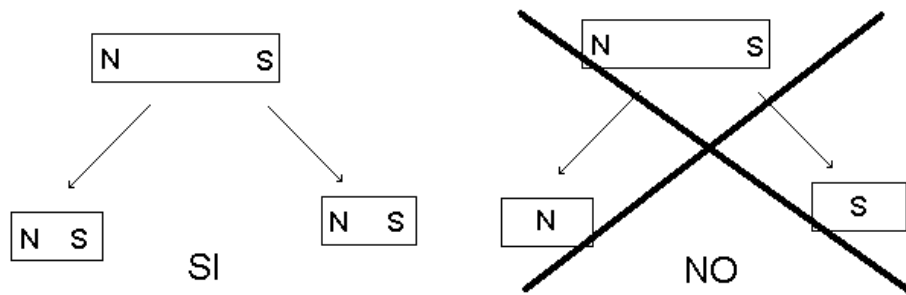
**Cosa accade se metti due poli magnetici dello stesso tipo (nord-nord o sud-sud), uno di fronte all'altro? E se metti uno di fronte all'altro poli magnetici di tipo opposto (nord-sud)?**

L'operazione è facile da eseguire e il risultato che si ottiene ci dice che **quando i poli dello stesso tipo sono posti di fronte l'uno all'altro si ha repulsione, con poli di tipo opposto si ha invece attrazione**. Qualcosa di analogo si era osservato anche con le cariche elettriche, dobbiamo però tenere presente che lì lavoravamo con le cariche e i fenomeni di natura elettrica, qui lavoriamo con magneti e con fenomeni di interazione magnetica.

**E' possibile separare il polo nord di una calamita dal polo sud in modo da ottenere due poli isolati?**

Per rispondere a questa domanda si può prendere una calamita e provare a

spezzarla nel mezzo; se dopo avere eseguito la prova avvicini i due pezzi di calamita ottenuti a una bussola ti accorgerai che non hai ottenuto un polo nord e un polo sud separati ma ancora due calamite che contengono sia il polo nord che quello sud.



Non accade mai di ottenere i due poli isolati.

### **Dove sono più accentuati i fenomeni di interazione magnetica, ai poli o lungo il corpo del magnete?**

E' anche interessante osservare che i fenomeni di attrazione e repulsione sono intensificati proprio ai poli della calamita.

Appendiamo due spilli a due fili in modo che pendano appaiati, e avviciniamo loro, dal basso, un magnete; si osserva che i due spilli tendono ad allontanarsi fra loro, e se togliamo il magnete i due spilli restano distanti.

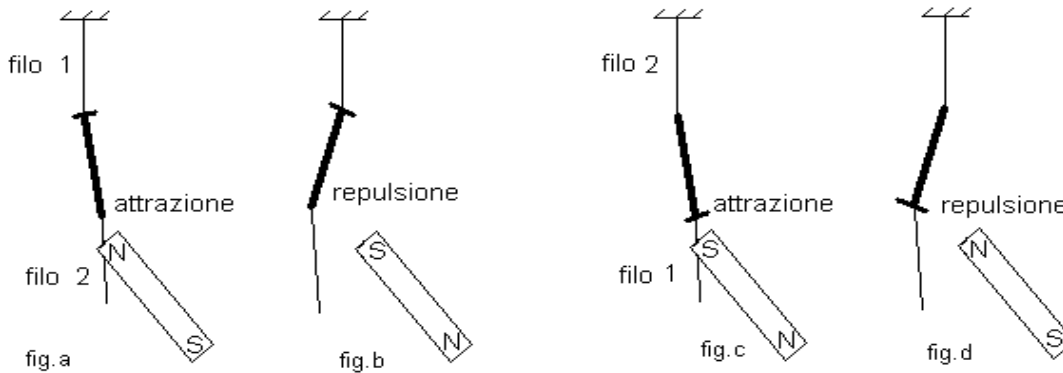
### **Che ipotesi puoi fare a tal proposito?**

Quello che possiamo dire è che i due spilli si sono magnetizzati: si ha una **magnetizzazione indotta** (avevamo già visto la magnetizzazione del pezzo di ferro, inoltre si era parlato di induzione anche per i fenomeni elettrici, ricordi a quale proposito?). Se adesso avviciniamo dal basso il magnete, sempre con lo stesso polo, vediamo che i due spilli vengono attratti, se invece avviciniamo dal basso l'altro polo del magnete gli spilli vengono respinti.

Appendiamo ora un solo spillo per un estremo e facciamo cadere dall'altro estremo



dello spillo un altro filo. Se avviciniamo dal basso (fig. a), ad esempio, il polo nord di un magnete lo spillo si magnetizza e viene attratto dal magnete, se poi avviciniamo dal basso il polo sud del magnete lo spillo viene respinto (fig.b); capovolgiamo lo spillo tenendolo per il filo che pendeva, l'estremo dello spillo che prima si trovava in alto si trova ora in basso; se avviciniamo a questo estremo il polo nord del magnete (fig.c) notiamo che c'è repulsione, mentre se avviciniamo il polo sud (fig.d) c'è attrazione.

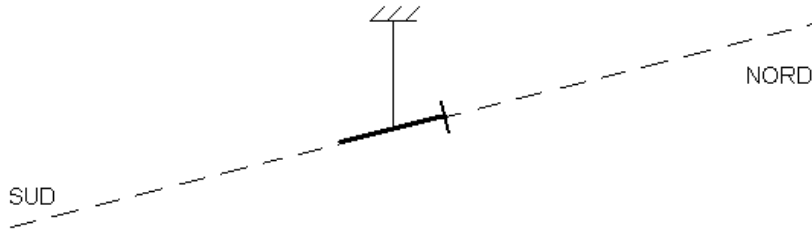


### Quale conclusione possiamo trarre da questa prova?

Possiamo dire che lo spillo si è magnetizzato e che ha assunto proprio le caratteristiche di un magnete con un estremo che è diventato il polo nord e l'altro estremo il polo sud. Vale la pena notare che se avvicini molto il polo nord all'estremo dello spillo con cui c'è repulsione a un tratto questa repulsione si muta in attrazione, questo perché lo spillo, che non è un magnete permanente, forzato dal magnete muta la propria polarità facendo diventare il polo nord, sud e quello sud, nord.

### E' possibile costruire una bussola utilizzando uno spillo?

E' sufficiente magnetizzare lo spillo con una calamita e appenderlo in orizzontale per mezzo di un filo per vederlo orientare nella direzione nord-sud.



### **E' la calamita che attira il ferro oppure si attraggono entrambi reciprocamente?**

Abbiamo già visto che una calamita può attirare un oggetto di ferro o di nichel; utilizzando un ago magnetico si può vedere che anche un oggetto, ad esempio di ferro, può attrarre una calamita, infatti se si avvicina un oggetto di ferro non magnetizzato, cioè che non attrae altri oggetti magnetici, all'ago magnetico utilizzato per realizzare la bussola o a una calamita, si vede che questi vengono attratti dall'oggetto di ferro: l'attrazione risulta reciproca.

### **Esercizio**

1) Quanti tipi di forze conosci che possono esercitarsi tra corpi non a contatto fra loro?

\*\*\*\*\*

### **Riflessione storica sui fenomeni elettrici e magnetici**

L'ambra e il magnete sono alla base, rispettivamente, dei primi studi sui fenomeni elettrici e sui fenomeni magnetici. William Gilbert, prendendo lo spunto dalla parola "electron", il termine greco per ambra, coniò il termine "elettrico"; dalla località greca di Magnesia, si fa derivare il termine "magnete".

La prima distinzione fra le interazioni elettriche e magnetiche fu posta da Girolamo Cardano, medico, matematico e filosofo (Pavia 1501 - Roma 1571 o 1576, non tutti gli storici concordano sulle stesse date), nel seguente modo:

1. l'ambra può attrarre materiali diversi, il magnete può attrarre solo il ferro;

2. l'ambra attrae soltanto, il magnete mentre attrae è anche attratto;
3. l'effetto di attrazione dell'ambra non agisce attraverso uno schermo divisore, gli effetti del magnete si fanno sentire anche attraverso schermi divisori;
4. l'ambra attrae da tutte le sue parti, il magnete verso i poli;
5. l'ambra attrae dopo essere stata strofinata, il magnete non ha necessità di essere strofinato per attrarre.

### **Esercizio**

1) I cinque punti elencati da Cardano sono tutti corretti? Cosa cambieresti?

\*\*\*\*\*

Girolamo Fracastoro letterato e medico italiano, (Verona, 1478 o 1483 - 1553), si era accorto che anche il diamante può essere elettrizzato e ideò uno strumento composto da un ago ruotante che aveva la capacità di mettere in evidenza le interazioni elettriche; fino ad allora si era usata la paglia nelle interazioni elettriche, così come noi abbiamo usato la carta per evidenziare l'attrazione fra quest'ultima e una bacchetta carica. Queste conoscenze vennero riprese da William Gilbert, fisico e medico inglese (1540 o 1544 - 1603), che servendosi dello strumento descritto da Fracastoro, ampliò il numero delle sostanze elettrizzabili, e nel *De magnete magneticisque corporibus et de magno magnete Tellure physiologia nova*, pubblicato nel 1600, riprese i punti sviluppati da Cardano e aggiunse, ai cinque precedenti, altri tre punti:

6. l'ambra attrae corpi meno pesanti rispetto al magnete;
7. l'attrazione elettrica può essere impedita dall'umidità dell'atmosfera, l'attrazione magnetica non dipende dall'umidità atmosferica;
8. anche altre sostanze oltre all'ambra possono essere elettrizzate.

### **Esercizi**

1) Come pensi che l'umidità dell'atmosfera possa influire sui fenomeni di interazione

elettrica? Ritieni che l'aria sia un isolante o un conduttore? E l'aria umida?

2) Commenta il punto 8.

\*\*\*\*\*

Gilbert, comunque, considerò possibili soltanto i fenomeni di attrazione elettrica, ma non quelli di repulsione. Anche il gesuita Niccolò Cabeo, ingegnere, insegnante e filosofo, (Ferrara 1586 o 1596 - Genova 1650), affermò, nel suo libro *Philosophia magnetica* del 1629 che, mentre fra magneti può esserci sia repulsione che attrazione, per i corpi elettrizzati c'è solo attrazione.

Attorno al 1660, il gesuita Honoré Fabri S.J. (1607 - circa 1688), montò un pezzo di ambra su un perno per dimostrare che questa non solo attrae i corpi, ma viene da questi anche attratta. Fabri si avvalse dell'Accademia del Cimento, fondata a Firenze dai Granduchi di Toscana nel 1657, per divulgare la sua scoperta. E, come talvolta accade nella scienza, anche Robert Boyle scienziato irlandese (Lismore 1627 - Londra 1691), riuscì a mettere in evidenza, indipendentemente da Fabri, lo stesso effetto.

Nelle nostre esperienze abbiamo messo in evidenza l'attrazione reciproca o la repulsione fra bacchette cariche, fra magneti e fra un magnete e un oggetto di ferro non magnetizzato, ma non abbiamo mai messo in evidenza l'attrazione reciproca fra un corpo elettrizzato e uno non elettrizzato, cioè abbiamo visto che la bacchetta carica attrae, nel senso che sposta verso di lei, un pezzetto di carta, ma non che un pezzetto di carta sposta la bacchetta carica. Abbiamo comunque ipotizzato che l'attrazione fra i due corpi fosse reciproca. La chiarificazione di questo problema ha richiesto uno sforzo specifico da parte dei pensatori dell'epoca. Anche noi possiamo fare una semplice prova, prendendo spunto da Boyle, per mettere in evidenza come i corpi elettrizzati siano attratti da quelli non elettrizzati. Infatti se prendiamo una bacchetta scarica, non elettrizzata, e la avviciniamo a un capello elettrizzato, notiamo che il capello si sposta verso la bacchetta; la bacchetta rimane sempre ferma ma adesso è il corpo elettrizzato, il capello, che si muove verso il corpo scarico, la bacchetta.

Otto von Guericke, fisico tedesco (1602 - 1686), si costruì una sfera di zolfo che, una volta elettrizzata per strofinio, era in grado di mettere in evidenza effetti di natura

elettrica; Guericke si accorse anche che, se osservata al buio, la sfera carica emetteva dei bagliori e dei crepitii. Fu basandosi sugli studi di Guericke che Christiaan Huyghens, astronomo, matematico e fisico olandese (L'Aia 1629 - 1695), sostituendo la sfera di zolfo con una più piccola sfera carica di ambra e usando dei pezzi di lana, mise in evidenza anche i fenomeni di repulsione elettrica, oltre a quelli di attrazione: due pezzi di lana elettrizzati dal contatto con la sfera si respingevano fra loro. Huyghens però non pubblicò i suoi studi: fu quindi necessario fare di nuovo, nel XVIII secolo, le sue scoperte.

Gilbert è stato una figura importante nello studio dei fenomeni magnetici perché cercò di riconoscere i fatti dalle superstizioni; all'epoca si pensava, come racconta Cabeo nel suo libro, che: la polvere di un magnete potesse curare certe malattie, i magneti scacciassero le streghe, l'aglio avesse la capacità di indebolire la calamita, il magnete potesse riunire marito e moglie e potesse essere adoperato come filtro d'amore.

Gilbert pose le basi per distinguere fra i fenomeni elettrici e quelli magnetici e dimostrò che la terra è un enorme magnete; lo studio dei fenomeni elettrici non era facile, basti pensare alle difficoltà che può provocare l'umidità dell'aria: anche Newton, come abbiamo già osservato, nel 1675 mise in evidenza l'imprevedibilità nello sperimentare con le sostanze elettrizzate.

D'altra parte lo stesso Gilbert riteneva che il magnetismo fosse l'anima della terra; parlava di simpatie e antipatie nella descrizione dei fenomeni osservati; piuttosto che di attrazione preferiva parlare di una "unione volontaria" e si esprimeva dicendo che il ferro e la magnetite (minerale con proprietà magnetiche) si congiungevano assieme; la calamita possedeva un'anima; la bussola era "il dito di Dio". Per Gilbert, insomma, la materia era viva e capace di comprendere gli stimoli che gli giungevano.

Alcuni studiosi, come il gesuita Athanasius Kircher (1601 - 1680), professore di matematica, fisica e lingue orientali al Collegio Gregoriano di Roma, mescolavano assieme magia e ricerca sui fenomeni naturali. La linea che divideva la magia dalla scienza non era così ben definita. Contemporaneamente, però, altri ricercatori, quali Lorenzo Magalotti (1637 - 1712) segretario dell'Accademia del Cimento, mettendo in evidenza un atteggiamento più moderno, puntualizzavano quanto fosse difficile

sperimentare e la necessità di una condotta prudente nell'interpretare i nuovi fenomeni.

Questi pensatori non sempre erano in accordo fra loro, ad esempio Cabeo, quasi trent'anni dopo le idee pubblicate da Gilbert, rifiutava l'idea che la terra fosse un magnete. Johannes Kepler (1571 - 1630), nell'Astronomia Nova del 1609, sosteneva la natura magnetica del Sole e che quindi fosse una forza magnetica a produrre il moto dei pianeti attorno al Sole; Kircher non era d'accordo con tale ipotesi perché riteneva che se il Sole fosse stato capace di generare una forza magnetica tanto intensa da trattenere i pianeti nelle loro orbite allora tutti gli aghi delle bussole avrebbero dovuto puntare verso il Sole.

In questo stesso periodo in cui si studiavano i fenomeni elettrici e magnetici in modo qualitativo, si pongono i fondamenti per lo sviluppo della meccanica facendo ampio uso della matematica e soprattutto della geometria. Anche Galileo Galilei (Pisa 1564 - Arcetri, Firenze 1642) si interessò agli studi di Gilbert, ma pur valutando positivamente l'importanza di tali studi, mise in evidenza le scarse basi matematiche su cui erano costruite le ipotesi dello studioso inglese circa i fenomeni elettrici e magnetici.

### **Esercizi**

1. Se Gilbert fosse vivo saresti capace di convincerlo dell'esistenza dei fenomeni di repulsione elettrica?
2. Quale nome si potrebbe dare allo strumento ideato da Girolamo Fracastoro?
3. Cosa rispondi a chi afferma che i fenomeni di interazione elettrica e magnetica sono fenomeni "magici"?
4. Realizza una tabella che metta in evidenza le differenze e le similarità, così come avevano fatto Cardano e Gilbert, fra i fenomeni di natura elettrica e quelli di natura magnetica.
5. Riporta in una tabella, in ordine cronologico, gli scienziati che hanno contribuito al primo periodo dello studio dei fenomeni elettrici e magnetici, citando i loro contributi più significativi; quanto è durato, all'incirca, questo primo periodo?
6. Kircher obiettava a Gilbert che se un piccolo magnete ha abbastanza forza da attirare

oggetti di ferro, la terra, molto più grande del magnete, dovrebbe attirare al suolo ferri di cavallo, pentole, armature e altri oggetti metallici, poiché questo non avviene la terra non può essere un magnete. E' convincente questo ragionamento?

7. Spiega perché i pezzi di lana dell'esperimento di Huyghens si respingono.

8. I bagliori e i crepitii messi in evidenza da Guericke per mezzo della sua sfera di zolfo, a quale fenomeno naturale ti fanno pensare?

\*\*\*\*\*