**Che ti sei messo in Tesla?**

Gli esperimenti dall’1. al 5. sono volti a rendere il pubblico familiare con le interazioni elettriche e magnetiche separatamente, fornendogli le principali nozioni sulle cariche e il campo elettrici, i poli e il campo magnetici.

Gli esperimenti dal 6. in poi, invece, vogliono mostrare come i campi elettrici e magnetici siano due facce della stessa medaglia, in grado di generarsi l’un l’altro. Per questo seguono alcuni esperimenti in cui si fa uso di un generatore per produrre un campo magnetico ed altri in cui utilizzando dei magneti si produce una corrente.

1. **Aeroplanini elettrostatici**

**Materiale:**

* Carta d’alluminio;
* Bacchette di plastica (tipo quelle per palloncini);
* Spago;
* Colla;
* Panno di lana/felpa/cappello …

**Corrente Elettrica:** no

**Acqua:** no

**Costruzione e realizzazione:**

Realizzare aeroplanini (solitamente 5) con fogli di carta argentata di diverse dimensioni e preparare dei pezzi di spago di differenti lunghezze per appendere gli aeroplanini a un sostegno. Incollare un estremo di ognuno dei pezzi di spago all’interno di un aeroplanino, assicurandosi che questo resti appeso pressoché perpendicolare al filo. Mentre la colla si asciuga, preparare il sostegno unendo a X due bacchette di plastica e, infine, legare ad esso l’altro estremo dei pezzi di spago, in modo da far pendere gli aeroplanini ad altezze diverse. Conservare alcune bacchette per l’esecuzione dell’esperimento

**Concetti fisici da trasmettere:**

* Composizione dell’atomo;
* Elettrizzazione per strofinio;
* Induzione elettrostatica;
* Attrazioni elettrostatiche

**Spiegazione dell’esperimento**

Strofinando la bacchetta con un panno di lana le si conferisce carica elettrica grazie all’elettrizzazione per strofinio: l’energia meccanica dello strofinio fa sì che alcuni elettroni si stacchino dalla superficie di uno dei due materiali e finiscano sull’altro. In questo modo le due sostanze risultano cariche di quantità precisamente opposte. Caricata così la bacchetta, la si avvicini agli aeroplanini: questi inizieranno a ruotare. Questo fenomeno è dovuto alla mobilità degli elettroni sulla superficie metallica dell’aeroplanino: risentendo dell’interazione con le cariche sulla bacchetta (è irrilevante se questa sia carica positivamente o negativamente), si spostano avvicinandosi/allontanandosi da essa. In questo modo l’aeroplanino ruoterà per raggiungere la sua posizione di equilibrio.

**Suggerimenti per la presentazione**

* Distribuire alcune bacchette a persone nel pubblico, spingendole a ripetere le vostre stesse azioni;
* Realizzare gli aeroplanini senza appesantirli troppo, per rendere più evidente la rotazione;
* come introduzione all’esperimento, può essere utile cercare di portare il pubblico a parlare della struttura dell’atomo e del tipo di interazioni che si possono avere tra cariche elettriche (attrazioni/repulsioni);
* è bene che lo spago no sia troppo grosso, altrimenti la mobilità degli aeroplanini è ostacolata.

**Altro**

Spesso le bacchette si spezzano, quindi è importante averne una buona riserva

1. **Acqua che si piega**

**Materiale:**

* Siringa grossa, senza ago;
* Contenitore di plastica (tipo quelle per gelato);
* Palloncini;
* Panno di lana/felpa/cappello…

**Corrente Elettrica:** no

**Acqua:** si

**Costruzione e realizzazione:**

Gonfiare un palloncino, rendendolo abbastanza rigido, e riempire la siringa d’acqua. Tenere un paio di dita d’acqua all’interno del contenitore, in cui si svuoterà la siringa e da cui si preleverà l’acqua per riempirla nuovamente.

**Concetti fisici da trasmettere:**

* Composizione della molecola d’acqua e conseguente polarità di essa;
* Elettrizzazione per strofinio;
* Induzione elettrostatica;
* Attrazioni elettrostatiche.

**Spiegazione dell’esperimento**

Strofinando il palloncino sul panno, se ne elettrizzerà la superficie quindi, spingendo l’acqua dalla siringa vicino alla superficie del palloncino (senza che il filo d’acqua lo tocchi) il suo flusso si curverà seguendo il profilo del palloncino. Questo è dovuto alla polarità della molecola d’acqua e alla mobilità delle molecole quando questa è nello stato liquido. Sono sostanzialmente dipoli elettrici, i quali risentiranno dell’attrazione delle cariche sul palloncino facendo curvare il percorso dell’acqua.

**Suggerimenti per la presentazione**

* Arrivare insieme al pubblico alla struttura della molecola d’acqua mentre si prepara la siringa;
* Prima di elettrizzare il palloncino, è interessante far notare che se questo non è stato elettrizzato, il flusso d’acqua non devia;
* Evitare che l’acqua tocchi il palloncino perché, in quel caso, le cariche si ricombinano eludendo gli effetti di deviazione;
* Gonfiare solo il palloncino che sarà utilizzato nell’esperimento: i bambini si distraggono subito se vedono tanti palloncini colorati in giro.

**Altro**

Dopo qualche ora il palloncino va sostituito: continuando a strofinarlo risponde peggio all’elettrizzazione.

1. **Fiamma nel condensatore**

**Materiale:**

* Condensatore grande (prestato dall’Università);
* Generatore da 10000V (prestato dall’Università);
* Cavo di alimentazione per il generatore;
* Candele;
* Sughero/polistirolo da usare come base per la candela;
* Accendino;
* Connettori per alta tensione.

**Corrente Elettrica:** si

**Acqua:** no

**Costruzione e realizzazione:**

Collegare le armature del condensatore al generatore SPENTO e mantenere il generatore spento per tutto il tempo, esclusa la durata dell’esperimento. Montare la candela sulla base di polistirolo, in modo che posizionandola tra le armature arrivi più o meno al centro.

**Concetti fisici da trasmettere:**

* Funzionamento di un condensatore;
* Campo elettrico;
* Composizione della fiamma;
* Attrazioni elettrostatiche.

**Spiegazione dell’esperimento**

Accendere la candela e posizionarla tra le armature tenendo il generatore SPENTO. Tenendo se stessi e il pubblico lontani dal condensatore, accendere il generatore impostandolo a 10000V: si genera un campo elettrico orizzontale tra le armatura e la fiamma si estende parallelamente ad esso, formando due protuberanze di lunghezze diverse.

Questo si spiega perché la fiamma è come uno stato di plasma: un insieme di elettroni e ioni liberi, quindi, sotto l’azione del campo elettrico, questi risentiranno di forze dirette in versi opposti facendo sì che la fiamma si divida in due. Infine, spegnere la candela e il generatore.

**Suggerimenti per la presentazione**

* Dopo aver spiegato la composizione di una fiamma, proporre al pubblico di fare ipotesi su cosa può succedere ad essa se sottoposta ad un campo elettrico;

**Altro**

* PRESTARE MOLTA ATTENZIONE AL GENERATORE: tenerlo acceso per poco tempo e far capire al pubblico che NON deve ASSOLUTAMENTE toccarlo!
* Evitare che la fiamma tocchi entrambe le armature: innanzitutto si sporcano, e poi c’è il rischio di fare un cortocircuito e danneggiare il generatore.

1. **Plasma-Ball**

**Materiale:**

* Plasma-Ball;
* Cavo di alimentazione;
* Lampadina al Neon funzionante;

**Corrente Elettrica:** si

**Acqua:** no

**Costruzione e realizzazione:**

Collegare la Plasma-ball al cavo per l’alimentazione e quest’ultimo alla corrente. L’oggetto prevede 3 modalità di funzionamento: ON, OFF e accensione per rumore.

**Concetti fisici da trasmettere:**

* Eccitazione elettronica, quindi funzionamento delle lampadine al Neon;
* Produzione di scariche.

**Spiegazione dell’esperimento**

Posizionare l’interruttore su “ON” e far notare la produzione di “fulmini” blu-viola all’interno della Plasma-Ball. L’oggetto è sostanzialmente un condensatore: s’instaura una grande d.d.p. (~10000V) tra la sferetta all’interno e il guscio esterno trasparente. Questa è la causa dell’eccitazione elettronica perché fornisce agli elettroni energia sufficiente ad effettuare una promozione elettronica. Il rilascio di tale energia produce l’emissione di luce, che è il “fulmine” che si vede, il cui colore è caratteristico della sostanza di cui è riempita la sfera: in questo caso Argon. Il fulmine che si vede è composto di plasma, prodotto per la ionizzazione che avviene nel gas grazie al campo elettrico.

Posizionando un dito sulla plasma-ball si vede la formazione di un fulmine più intenso degli altri, diretto verso il punto di contatto: questo accade perché la persona è “messa a terra”, quindi la scarica sceglie la via più breve per arrivare a potenziale minore (terra).

**Suggerimenti per la presentazione**

* Far provare a qualcuno nel pubblico a mettere le dita sulla plasma-ball: non c’è rischio di scossa perché le correnti sono molto basse;
* Alla fine della presentazione può essere interessante avvicinare la lampadina al neon alla plasma ball: per contatto il Neon è in grado di assorbire sufficiente energia per produrre anch’esso eccitazione elettronica e quindi luce.

**Altro**

Per approfondimenti <https://it.wikipedia.org/wiki/Lampada_al_plasma>

1. **Magnetone**

**Materiale:**

* Magnete grande (quello dell’altoparlante);
* Pezzi di geomag;
* Spago;
* Barattolo di limatura di ferro e olio/glicerina;
* Limatura di ferro;
* Vaschetta di plastica (tipo quella dei gelati).

**Corrente Elettrica:** no

**Acqua:** no

**Costruzione e realizzazione:**

L’unica cosa che va costruita è un piccolo pendolo: legare dello spago al centro di una barretta geomag da usare come pendolo. Disporre tutti i pezzi sul tavolo, intorno al magnete gigante.

**Concetti fisici da trasmettere:**

* Interazioni magnetiche: polo Nord e polo Sud;
* Campo magnetico e linee di campo;

**Spiegazione dell’esperimento**

Inizialmente si faccia giocare qualcuno del pubblico con i geomag per spiegare i tipi di interazione che si possono avere tra i poli magnetici (attrattive/repulsive) e introdurre quindi il concetto di campo magnetico e di linee di campo. Si vuole dimostrare che queste sono visibili con semplici esperimenti, quindi posizionare la ciotola contenente limatura di ferro sopra il magnete grande, dopo aver fatto fare ipotesi al pubblico su quanto potrebbe accadere. Si formano delle strutture appuntite che seguono l’andamento delle linee di campo: muovendo la ciotola è possibile notare differenze nelle configurazioni che la limatura di ferro assume. Successivamente si prenda il pendolo precedentemente realizzato e lo si lasci oscillare al di sopra del magnete grande, senza farli attaccare: in questo modo si possono “vedere” le linee di campo allontanandosi dal magnete fino a che le interazioni non cessano, in diverse direzioni.

**Suggerimenti per la presentazione**

* Dopo aver usato la limatura di ferro nella ciotola, è interessante far vedere come questa si depositi in modo ordinato affondando nella glicerina nel barattolo preparato. Semplicemente si agiti il contenitore e lo si appoggi al magnete: il ferro smetterà di muoversi in modo caotico e formerà le stesse punte visibili nella vaschetta;
* Usando il pendolo si può sfidare qualcuno del pubblico a mettere la bacchetta di geomag completamente verticale, così da spingere a portare il pendolo anche molto in basso.
* Se si è in due, una persona può mantenere il magnete in alto e l’altra il pendolo in basso, cercando di farlo oscillare sottosopra;
* Per far vedere che il magnete gigante è effettivamente un magnete, far provare a qualcuno del pubblico a lanciare su di esso le sferette del Geomag.

1. **Cannone Elettromagnetico**

**Materiale:**

* Mini bobina (in prestito dall’Università);
* Generatore con cavo di alimentazione (o batterie da 9V);
* Connettori;
* Barretta Geomag.

**Corrente Elettrica:** si

**Acqua:** no

**Costruzione e realizzazione:**

Collegare la bobina al generatore spento. Per l’esperimento si consiglia di usare una tensione di 9-12V.

Se si usa una batteria, attaccare solo un polo.

**Concetti fisici da trasmettere:**

* Sorgenti del campo magnetico;
* Produzione di un campo magnetico in un solenoide;
* Interazioni tra campi magnetici.

**Spiegazione dell’esperimento**

L’esperimento va introdotto spiegando a voce l’esperimento di Oersted, con il quale si è scoperto che le correnti elettriche generano campi magnetici. Acquisita questa nozione, mostrare al pubblico che lasciando che una barretta di Geomag attraversi la mini bobina, non c’è interazione tra i due oggetti. Lasciare che il pubblico supponga cosa potrebbe cambiare accendendo il generatore (o collegando anche l’altro polo alla batteria), quindi accenderlo (collegarlo) e inserire anche ora un magnete nella bobina: questo potrà rimanere al suo interno senza cadere dall’altro lato, oppure venire espulso “violentemente”.

Il fenomeno si spiega con la produzione di un intenso campo magnetico all’interno del solenoide, dovuto alla particolare configurazione del filo di rame.

**Suggerimenti per la presentazione**

* Si consiglia di mostrare prima come il Geomag resti all’interno della bobina poi, individuata la polarità che permette questo fenomeno, ruotare il Geomag a generatore spento (o invertire i collegamenti mentre il magnete è ancora nella bobina) e riaccenderlo subito dopo: in questo modo il Geomag funge da proiettile.

**Altro**

è sempre abbastanza difficile beccare la polarità giusta all’inizio, quindi è bene fare qualche prova.

1. **Elettromagnete**

**Materiale:**

* Elettromagnete;
* Generatore con cavo di alimentazione (o batterie da 9V);
* Un pezzo sottile di ferro (tipo un dischetto).

**Corrente Elettrica:** si

**Acqua:** no

**Costruzione e realizzazione:**

Collegare l’elettromagnete al generatore o alla batteria

**Concetti fisici da trasmettere:**

* Generazione di campi magnetici in bobine percorse da corrente;
* Magnetizzazione.

**Spiegazione dell’esperimento**

Mostrare che in assenza di corrente elettrica il ferro non è attratto dalla bobina. Collegarla, allora, al generatore e avvicinarla nuovamente al ferro: stavolta si attrarranno grazie al campo magnetico generato come nell’esperimento precedente. In questo caso non c’è interazione tra il campo generato e uno pre-esistente, ma tra quello generato e del ferro: si vuole dimostrare che non solo le calamite naturali hanno la peculiarità di essere magnetiche; la vera sorgente del campo magnetico sono le correnti elettriche.

Infine, spegnere il generatore per mostrare che gli effetti svaniscono, anche se non immediatamente: esiste una magnetizzazione residua.

1. **Motore Elettrico**

**Materiale:**

* Generatore con cavo di alimentazione (o batterie da 9V);
* Parallelepipedo di legno;
* Cavo di rame doppio, con guaina;
* Filo di rame sottile, smaltato;
* Carta vetrata;
* Connettori;
* Potente magnete al Neodimio.

**Corrente Elettrica:** si

**Acqua:** no

**Costruzione e realizzazione:**

Per realizzare il motore si deve innanzitutto costruire una piccola spira (2-3 cm di diametro) avvolgendo più volte su se stesso del filo di rame sottile intorno ad un oggetto cilindrico. Lasciare del filo in più (3-4 cm per lato) a due estremità opposte da usare come sostegno: uno dei due estremi va de-smaltato con la carta vetrata a 360° intorno all’asse, l’altro solo a 180° per garantire interruzione di contatto per mezzo giro della spira.

Con un paio di viti si fissino sul parallelepipedo di legno i due cavi di rame foderati lasciando due asole verso l’alto e due verso il basso prive di guaina. In quelle superiori vanno infilati gli estremi lunghi della spira, quelle inferiori vanno connesse al generatore tramite dei coccodrilli.

Infine, posizionare il magnete al neodimio tra le due viti al di sotto della spira. Attenzione a non far smontare tutto aggiungendo il magnete.

**Concetti fisici da trasmettere:**

* Trasformazione di energia elettrica in energia meccanica;
* Produzione di campi magnetici e loro interazioni con magneti.

**Spiegazione dell’esperimento**

Collegare i morsetti alle asole inferiori sulla basetta di legno e al generatore. Accendere quest’ultimo su 9-12V e dare una piccola spinta alla spira per indurla a ruotare: questa continuerà a ruotare fintanto che il generatore sarà acceso.

Il fenomeno si basa sullo stesso concetto dei precedenti: il campo generato dalla spira è ortogonale alla superficie contenuta da essa e tenderà a disporsi parallelo al magnete sottostante. Per arrivare in questa configurazione, la spira compierà mezzo giro interrompendo così il contatto (perciò si deve de smaltare solo per metà uno degli estremi); il moto continua per inerzia, quindi la spira supera la configurazione che sarebbe di equilibrio in presenza di campo magnetico, ora assente. Quando questo ricompare, la spira si trova nuovamente fuori equilibrio, quindi continua a girare.

**Altro**

Prestare MOLTA ATTENZIONE al magnete di Neodimio: è molto forte, quindi è bene tenerlo alla larga da apparecchi elettronici, superfici metalliche o altri magneti uguali … staccarli è un impresa.

1. **Dinamo**

**Materiale:**

* Scatola cilindrica isolante, senza una base (es. contenitore CD-ROM);
* 1 LED;
* 2 magneti potenti;
* Fil di ferro doppio;
* Moltissimo filo di rame smaltato, sottile;
* Nastro isolante.

**Corrente Elettrica:** no

**Acqua:** no

**Costruzione e realizzazione:**

Praticare due fori a mezz’altezza della scatola, sufficientemente grandi da lasciar passare una matita. Avvolgere il rame sottile intorno alla scatola lasciando liberi i fori e addensando gli avvolgimenti soprattutto al centro. S’inizi ad avvolgere il rame partendo dalla parte della scatola priva di base, e si presti attenzione a lasciare l’estremo iniziale sporgente. In questo modo, ultimati gli avvolgimenti, si porti l’estremo finale accanto a quello iniziale, si saldino ai piedini del LED (non importa il verso) dopo averli de-smaltati e si fissi tutto con del nastro isolante. Si suggerisce di usare del nastro isolante anche mano a mano che si faccia un gran numero di avvolgimenti, per rendere tutto più stabile.

Modellare il fil di ferro per formare un’asta da inserire nella scatola attraverso i due fori formando un asola a un estremo, in modo che l’asta sia fissata alla scatola rimanendo libera di ruotare, e una manovella all’altro estremo.

Avvolgere la parte di fil di ferro che fungerà da manovella con dello scotch o nastro isolante per renderla più maneggevole.

Infine, posizionare i due magneti intorno all’asta di ferro all’interno della scatola in modo che restino attaccati tra loro a all’asta stessa. Questa procedura è abbastanza delicata data la potenza dei magneti. MANEGGIARE CON CURA E EVITARE CHE I MAGNETI SI ATTACCHINO SENZA INCLUDERE L’ASTA.

**Concetti fisici da trasmettere:**

* Legge di Farady-Neumann.

**Spiegazione dell’esperimento**

Ruotando la manopola della bobina abbastanza velocemente si produce corrente nelle spire di rame, la quale causerà l’accensione del LED.

Questo si spiega semplicemente come applicazione della legge di Faraday Neumann.

**Suggerimenti per la presentazione**

* è utile sottolineare la connessione tra gli esperimenti precedenti e questo: prima si sono mostrati modi per produrre campi magnetici con una corrente elettrica, ora si sta facendo il contrario. Il LED è stato acceso senza usare batterie/generatori, solo convertendo l’energia del braccio che ha ruotato la manopola in energia elettrica!
* Portare esempi di applicazioni di questa legge, come la dinamo che si usa per le luci delle biciclette, o le turbine utilizzate per l’energia idroelettrica.

**Altro**

Si maneggi con cura l’oggetto: il rame non deve essere danneggiato, altrimenti il circuito s’interrompe.

1. **Attrito magnetico**

**Materiale:**

* Magnete potente (es. al Neodimio);
* Due lastre di alluminio doppie;
* Un panno;
* Un oggetto di dimensioni simili al magnete, ma più leggero (es. una batteria).

**Corrente Elettrica:** no

**Acqua:** no

**Costruzione e realizzazione:**

Non c’è niente da costruire

**Concetti fisici da trasmettere:**

* Induzione elettromagnetica – legge di Farday-Neumann-Lenz;
* Correnti parassite (o di Ampère) superficiali.

**Spiegazione dell’esperimento**

Disporre una delle lastre d’alluminio a mo’ di piano inclinato mantenendone un’estremità: far scivolare su di esso la batteria ( o l’oggetto che si è scelto per essa) facendo osservare la velocità con cui essa cade. Si inviti qualcuno del pubblico a constatare che il magnete sia più pesante della batteria e lasciare che si facciano supposizioni sulla velocità con cui esso scivolerà lungo il piano inclinato (sicuramente qualcuno dirà “più veloce”).

A questo punto, lasciar scivolare il magnete: la caduta avviene molto più lentamente di quella precedente e il fenomeno si spiega per “attrito magnetico”. Sostanzialmente il moto del magnete sull’alluminio (che è un conduttore) produce in esso delle correnti elettriche superficiali, di bassa intensità. Queste a loro volta generano un campo magnetico che, come afferma “l’importante” contributo di Lenza alla legge di cui sopra, si oppone al campo di partenza. Come risultato quindi, il magnete risentirà dell’attrazione gravitazionale che lo porta a scivolare, ma è rallentato da un campo magnetico che lo respinge.

Infine si dispongano le due lastre verticalmente e parallele tra loro, e si lasci cadere il magnete in mezzo. Anche la caduta libera viene rallentata per lo stesso principio.

**Suggerimenti per la presentazione**

* Nella parte finale è interessante vedere che l’effetto del rallentamento diminuisce separando di più le armature;
* Dopo aver dimostrato il tutto, può essere interessante far provare a qualcuno del pubblico a muovere il magnete al di sopra di una lastra di alluminio, senza far toccare i due oggetti: risentirà degli ostacoli al moto.

**Altro**

Anche qui, si maneggi con attenzione il magnete al neodimio, è molto forte e potenzialmente pericoloso. Si eviti contatto con apparecchi elettronici e si presti attenzione al pubblico mentre maneggia l’oggetto.

1. **Gabbia di Faraday**

**Materiale:**

* Due scatole di cartone con coperchio (~10x15 cm);
* Carta argentata;
* Colla.

**Corrente Elettrica:** no

**Acqua:** no

**Costruzione e realizzazione:**

Aprire una delle due scatole e incollare carta argentata su tutti i lati interni, compresi quelli del coperchio. Assicurarsi che non resti NESSUN punto scoperto e che, una volta chiusa, la carta argentata che riveste il coperchio sia a contatto con quella che riveste la scatola. Per questo scopo può essere necessario tappezzare anche un paio di cm dei lati esterni della scatola.

**Concetti fisici da trasmettere:**

* Introduzione alle onde elettromagnetiche (em);
* Schermaggio dalle onde em.

**Spiegazione dell’esperimento**

Chiedere al pubblico due volontari: uno dovrà prestare il cellulare, l’altro dovrà fare una telefonata.

Porre il telefonino nella scatola non rivestita e far procedere con la telefonata che, ovviamente, arriverà. Spostare poi il cellulare nell’altra scatola, cercando di non far vedere la carta argentata all’interno. Ripetere la telefonata: questa volta non arriva.

Il fenomeno si spiega perché la lunghezza delle onde em sfruttate nelle telecomunicazioni (10 cm- 10 km) sono maggiori delle distanze tra due atomi nel reticolo di alluminio. Quindi, come succede per la griglia messa sullo sportello del microonde, l’onda em non è in grado di attraversare la superficie, quindi non raggiunge le antenne del telefonino.

**Altro**

è facile che la scatola rivestita di carta argentata risulti difettosa. Quando ha iniziato a dare problemi siamo stati soliti non usarla più e avvolgere direttamente il cellulare del volontario in un foglio di carta d’alluminio.