

# Costruzione di semplici apparecchi di elettrostatica



A cura di Diego Urbani

## Premessa.

Lo scopo di questo piccolo manuale è di consentire con una spesa irrisoria, materiali reperibili ovunque ed un poco di pazienza ed abilità manuale la realizzazione di alcune classiche esperienze di elettrostatica.

Pochi settori della fisica esercitano fascino e curiosità pari a quelli dedicati a quella che una volta, sui vecchi trattati, venivano indicati come appartenenti alla “elettrologia”.

L'elettrostatica è una branca dell'elettrologia che si occupa, come dice il nome, della cosiddetta elettricità statica, in antitesi alla elettrodinamica.

L'elettrostatica indaga sulle forze ed interazioni che vengono esercitate da un campo elettrico stazionario, e quindi costante nel tempo, su corpi soggetti alla sua influenza.

Il campo elettrostatico, ossia la porzione di spazio in cui si manifestano tali forze, è un campo di tipo conservativo, analogo ad un campo gravitazionale in cui, al posto della massa  $M$ , noi introduciamo la carica  $Q$ .

Per la comprensione delle esperienze di seguito illustrate consigliamo di tenere a portata di mano un testo di fisica elementare e di dare una scorsa alle principali definizioni ed equazioni, nonché ad alcuni teoremi fondamentali come quelli di Coulomb e di Gauss.

## Prima di cominciare.

Non vi scoraggiate se alcune esperienze non riusciranno al primo colpo o non daranno i risultati aspettati.

### **L'elettrostatica è una scienza capricciosa.**

Quando si ha a che fare con potenziali che sono dell'ordine di migliaia di volt, bisogna rivedere alcune idee e convinzioni che ci siamo fatti nella pratica quotidiana, dove abbiamo a che fare, al massimo, con tensioni di 220 V.

Il concetto di isolante e conduttore a queste tensioni va ricalibrato tenendo presente che:

- l'aria, se umida, diventa un buon conduttore. Quindi nelle giornate con una umidità relativa superiore al 70% le esperienze riescono male od affatto.
- materiali come la carta, il cotone, etc, si possono comportare come conduttori;
- alcuni materiali plastici possono essere conduttori;
- lo sporco ed il grasso agiscono come conduttori;
- minime asperità, od anche granelli di polvere, su superfici metalliche possono innescare il cosiddetto “effetto corona” per cui non riusciamo ad accumulare cariche elettriche e raggiungere le tensioni desiderate.

Sappiate che anche una piccola macchina elettrostatica può raggiungere potenziali di alcune decine di migliaia di volt, del tutto innocui perché le correnti in gioco sono dell'ordine dei microampère.

Se però carichiamo grossi conduttori, condensatori (bottiglie di Leyda), od anche il nostro stesso corpo, le correnti in gioco salgono di molto e gli effetti di una scarica possono provocare conseguenze anche assai gravi.

## Attrezzatura e materiali.

A parte il generatore elettrostatico, di cui diamo altrove le istruzioni per la sua costruzione, per costruire le apparecchiature servono poche cose facilmente reperibili ed un minimo di attrezzatura.

### ATTREZZATURA

Pinze piccole e medie, trapano per punte fino a 4/5 mm, forbici da carta, forbici robuste, piccola tronchese, lime tonde e piatte per ferro, carta vetrata grossa e fine, taglierino (cutter), riga, compasso, pennarello.

### MATERIALI.

Alluminio per cucina (Domopack), nastro adesivo, nastro isolante, alcune lattine per bibite, bottiglie in plastica per bibite di varie misure, bicchieri e calici in plastica a perdere (scegliere quelli di migliore qualità), tappi di sughero o di gomma da chimica, 1 pezzo da cm 50 x 50 di rete metallica tipo per zanzariere, filo di cotone, inchiostro di china nero, 1 metro di filo di lana grossa, carta velina o stelle filanti, 3-4 copertine in plastica trasparente robuste, una cartellina in plastica trasparente, 3/4 fogli di **styrofoam** formato A4, 1 m. di tondino di ottone o ferro diam. 3-4 mm, ferri da calza diam. 3-4 mm, un paio di automatici medi tipo jeans, un paio di metri di filo elettrico unipolare fino. Opzional 3-4 piccoli coccodrilli per elettricità

(Lo **styrofoam** viene usato per realizzare pannelli su cui incollare foto, etc. Normalmente si può trovare nei negozi di belle arti o nei Brico con uno spessore fino ad 1 cm. – Non è perfettamente isolante, ma se ci si incolla sopra un pezzo di copertina trasparente l'isolamento è assicurato. Per fare le basi si può usare anche del compensato su cui avremo bene incollato un foglio di plastica, tipo copertina).

Colla al cianacrilato a presa rapida (Attack o similari)

Colla epossidica bicomponente. (si trova in tutti i ferramenta anche in siringhe accoppiate facili da usare)

Colla vinilica (Vinavil)

**ATTENZIONE:** non usare colle al solvente tipo bostick o colle per modellismo (squagliano il polistirolo e lo styrofoam)

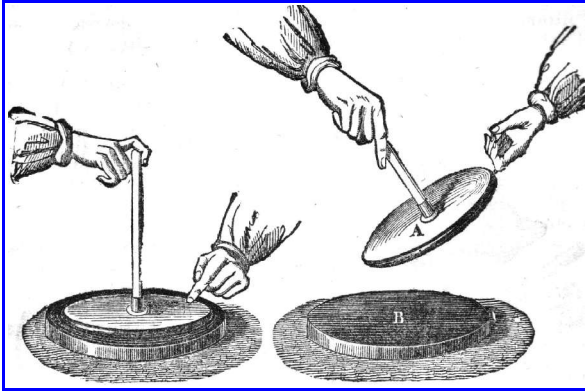
Nastro adesivo in alluminio. Utilissimo, lo si trova nei migliori ferramenta od anche nei negozi di idraulica. Se possibile reperirlo con una altezza di 1,5 e 5 cm.



Midollo di sambuco o palline per galleggianti (in vendita nei negozi di pesca)

Palline di metallo, ideale 1 cm, (pomelli dal ferramenta o bottoni a pallina in merceria)

## Elettroforo di Volta



### DISCO

Da un pezzo di materiale isolante tipo polistirolo espanso o styrofoam ritagliate un disco di 18/20 cm di diametro. Questi materiali possono essere tagliati con un taglierino.

Ritagliate 2 dischi di pellicola di alluminio per cucina (Domopak): uno con un diametro uguale a quello del disco isolante ed uno con un diametro maggiore di 4-5 cm.

Applicate con cura del Vinavil su di una superficie del disco rigido ed incollatevi il disco di alluminio più largo, facendo attenzione a spianarlo per bene. Ripiegatele con cura lungo i bordi ed incollate l'eccedenza sulla faccia superiore del disco. Su questa incollerete per bene il secondo disco di alluminio. Incollate con del cianacrilato od adesivo bicomponente un manico isolante al centro del disco.

Come manico io ho usato il piede di un calice in plastica usa e getta.

### STIACCIATA

Prendete una cartellina in acetato per fogli A4 od altro materiale che si possa ben elettrizzare per strofinio ed inseritevi un foglio di alluminio. Applicate una piccola striscetta di alluminio che esca dalla cartellina.

Elettrizzate con un panno di lana la cartellina, poggiatevi l'elettroforo e toccatelo sul lato superiore contemporaneamente alla striscia di alluminio. Quindi allontanate l'elettroforo. Avvicinandovi un dito scoccherà una piccola scintilla.

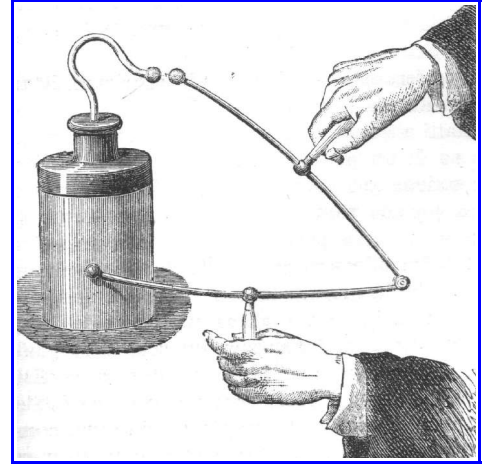


## Accessori

### ARCO ECCITATORE

Per condurre le esperienze e per evitare di subire qualche spiacevole scossa, specie operando con condensatori, è utile costruirsi questo apparecchio.

E' sufficiente prendere uno spezzone di filo di ferro od ottone e piegarlo che illustrato in foto. Cercheremo di unirlo i più possibile dove è la piegatura e quindi lo incolleremo entro un manico isolante. Potremo usare un tubo di plastica, un vecchio pennarello, etc. Alla fine delle "corna" incolleremo 2 palline metalliche. Potremo modellare la distanza delle "corna" a seconda delle nostre esigenze.

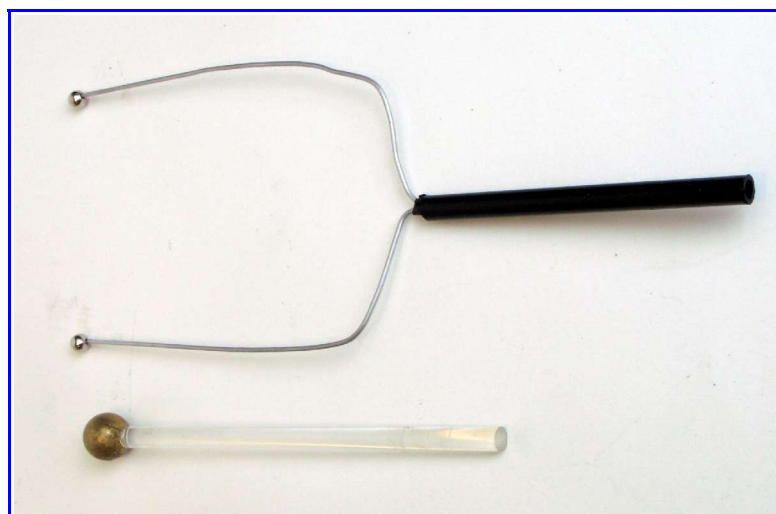
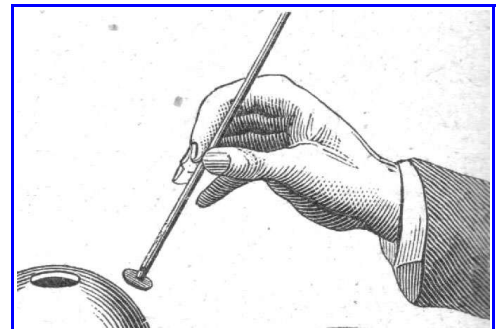


### PIANO O CARICA DI PROVA

Nel corso di alcune esperienze, come per il pozzo di Beccarla o

la gabbia di Faraday può essere necessario trasferire piccole cariche. Il piano di prova si può facilmente costruire incollando una pallina metallica od una moneta ad una bacchetta isolante.

Ad es. una vecchia penna biro privata dell'interno



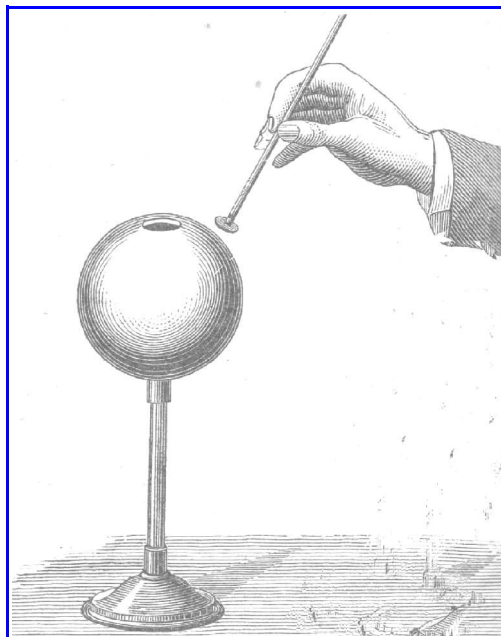
## Pozzo di Beccaria o sfera di Cavendish

Questo apparecchio serve a dimostrare che le cariche elettriche si dispongono solo sulla superficie esterna dei conduttori.

Si prenda una lattina da bibita ben pulita e si rimuova il sigillo di chiusura. Quindi, con l'aiuto di una lima o facendo forza con un ferro conico si allarghi il foro in modo che vi possa essere introdotto agevolmente il piano di prova. I bordi del foro devono essere rivolti all'interno

Si incollino quindi la lattina con con Attack o bicomponente ad un supporto isolante (bicchiere di plastica, coppetta, etc). Quindi si incollino o si fissino con nastro adesivo delle striscioline di carta lungo il bordo esterno.

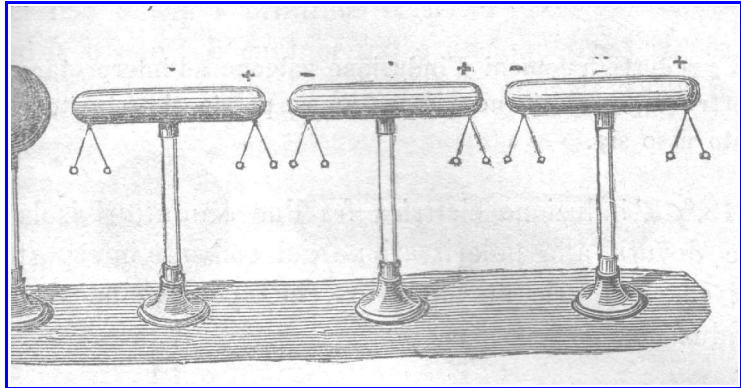
Dopo aver caricato il piano di prova con la macchina elettrostatica lo si introduca nella lattina evitando il contatto col metallo. Si vede che le strisce di carta divergono respinte dalle cariche che si sono portate sulla superficie esterna per induzione dal piano di prova. Allontanando il piano di carica le strisce si riaccostano. Se si tocca l'interno della lattina col piano di prova le cariche si trasferiscono sulla lattina ed anche se si allontana il piano di prova le strisce restano respinte.



## Conduttori isolati per esperienze sull'induzione elettrostatica

L'apparecchio che si vede in fotografia consente di eseguire numerose esperienze di elettrostatica, tra cui quelle sull'induzione e su come si può caricare un conduttore sfruttando questa proprietà.

E' di semplicissima realizzazione. E' sufficiente procurarsi tre lattine da bibita identiche e tre bicchieri in plastica di forma allungata, del



tipo che si usa per i long drink. Dopo aver rimosso i sigilli di chiusura, si incolleranno sul foro delle strisce di stagnola o di nastro adesivo in alluminio, facendo in modo che i bordi siano ben aderenti.

Quindi con dell'adesivo epossidico bicomponente, si incollerà ogni lattina sul fondo del bicchiere in modo che sia ben centrata e che una volta allineati i pezzi le lattine possano combaciare al meglio.

Si prepareranno quindi 12 palline di sambuco o ci si procureranno le palline di polistirolo che vengono usate nella pesca. Queste verranno infilate con un ago su di un robusto filo di cotone in modo che la spaziatura sia di circa 10 - 15 cm. Quindi con un ago o con un chiodino si metterà una piccola quantità di



Vinavil sul filo nel punto di ingresso nella pallina in modo da bloccarlo bene. Si taglierà quindi il filo in modo da ottenere 6 coppie di palline. Il filo di ogni coppia verrà piegato a metà in modo che le palline siano alla medesima altezza. Ogni coppia verrà fissata con un pezzo di nastro adesivo sulla parte inferiore di ogni lattina in prossimità delle estremità. Poiché il filo spesso si arriccia, conviene bagnarlo un poco e tenderlo in modo che sia ben verticale.

Se si allineano i tre conduttori bene in contatto, avvicinando un corpo carico, si noterà che le palline divergono e che quando esso viene allontanato esse ricadono. Ma se, mentre sono sotto l'influenza del corpo carico, un conduttore viene allontanato (tenendolo per la base isolante) esso resterà carico anche in assenza del corpo induttore.

Questa è solo una delle varie esperienze che si possono eseguire con questo semplice apparecchio.

## Conduttore isolato utile per varie esperienze

Questo banalissimo attrezzo che si ottiene semplicemente incollando una lattina da bibita è utilissimo per eseguire varie esperienze.

- 1) Può essere utilizzato quale corpo induttore una volta caricato con una macchina elettrostatica. Ovviamente va tenuto per la parte in plastica!
- 2) Si può dimostrare che anche i metalli si possono caricare per strofinio, sfregando un panno di lana o sintetico sulla lattina ed avvicinandolo ad un elettroscopio.
- 3) Se si tiene per la parte metallica e si strofina la parte in plastica si vede che essa rimane carica. Ciò dimostra che in un corpo isolante le cariche elettriche non sono libere di muoversi come avviene nei conduttori.



## Elettroscopio a foglie

L'elettroscopio, come dice il nome, serve semplicemente ad indicare se un corpo è carico di elettricità statica. Utilizzando una particolare procedura ci può anche dire di che segno è carico un corpo. Non fornisce alcuna indicazione, se non in modo molto grossolano, sul campo generato da un corpo carico.

L'apparecchio in grado di fornire indicazioni quantitative viene chiamato elettrometro.

Munitevi di un recipiente di vetro sufficientemente largo (beuta, barattolo, bottiglia svasata) lavatelo bene ed asciugatelo con cura, aiutandovi anche con un asciugacapelli.

Procuratevi un tubicino od una barretta di metallo lunga circa 10-15 cm e di un diametro di 5-6 mm. Su di una estremità praticate con un seghetto od una limetta una tacca profonda mezzo centimetro. Prendete un tappo di sughero o, meglio, un tappo da chimica in gomma preforato, pulitelo e sgrassatelo bene ed infilate al suo centro la barretta di metallo.

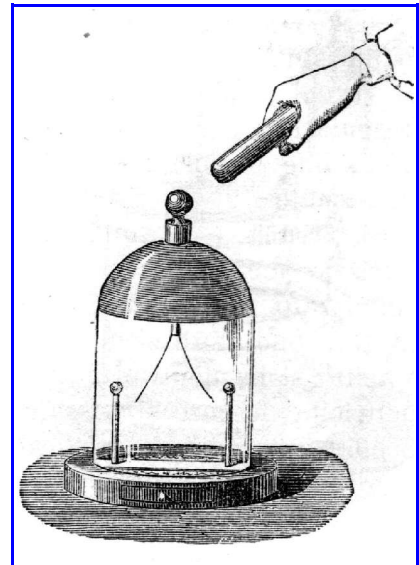
Ritagliate una strisciolina di Domopack larga 5 mm e lunga 10 cm circa. e piegatela a metà su se stessa. Inserirte nella tacca praticata sulle sbarretta. Per tenere le foglie leggermente divalicate e facilitarne l'apertura forzate un piccolissimo pezzo di carta o cartoncino all'interno della piegatura. Fissare le foglie sulla barretta un due goccioline di Attack applicate con uno spillo. Non esagerate con la colla perché, almeno in un punto, le foglie devono essere in contatto elettrico con la barretta. Stendete bene le foglie in modo che ricadano verticalmente e non si curvino. Questa operazione rischierà di farvi perdere la pazienza perché bisogna operare con la massima leggerezza, se no le foglie si curveranno sempre in direzione diversa da quella desiderata. Chiudere il recipiente con il tappo. Verificare che le foglioline, al massimo dell'apertura non possano toccare le pareti del recipiente. Se sono troppo lunghe, tagliate l'eccesso.

Limare e carteggiare l'altro estremo della barretta fino a dargli una forma quanto più possibile arrotondata. Meglio ancora, incollare o saldare una pallina di metallo.

Si possono provare ad utilizzare, al posto delle foglie d'alluminio, delle striscioline di carta velina, una coppia di pendolini di polistirolo verniciati (insieme al filo di sostegno) con inchiostro di china, etc.

Il massimo della sensibilità si ottiene utilizzando delle foglioline per doratura di cornici, etc, reperibili da un buon ferramenta o negozio di belle arti in piccoli blocchetti. Un elettroscopio cosiffatto è sensibile al campo elettrico di una penna biro elettrizzata a quasi 50 cm!

NB: non usate come contenitori recipienti di plastica che si elettrizzano facilmente.

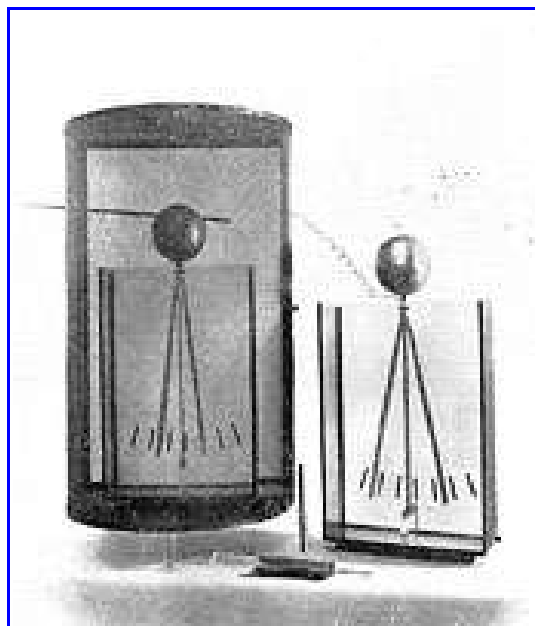


## Gabbia di Faraday

Un'altra esperienza utile a dimostrare come le cariche elettriche si dispongano sempre sulla superficie esterna di un conduttore e che il campo elettrico all'interno di esso è nullo, è quella famosissima della cosiddetta gabbia di Faraday.

Se all'interno di una gabbia metallica si dispone un elettroscopio, od altro strumento atto a rivelare la presenza di un campo elettrico, si nota come lo strumento resti totalmente inattivo, anche se la gabbia è immersa in un forte campo elettrostatico o se venga addirittura sottoposta a scariche elettriche.

Su questo principio si basa la protezione che viene fatta in molti edifici contro i fulmini attraverso l'applicazione di una rete di nastri metallici messa a terra o la protezione da interferenze di campi elettromagnetici di apparecchiature elettroniche. Provate ad avvolgere il vostro cellulare in un foglio di Domopack e vedete se riceve!



La costruzione della gabbia è semplice, ma richiede solo una buona dose di pazienza.

Procuratevi una bottiglia di vetro delle dimensioni della gabbia che volete realizzare e ritagliate (con delle robuste forbici) un rettangolo di fine rete metallica alto quanto la gabbia e lungo circa 3,2 volte il diametro della bottiglia. Avvolgete con cura la rete intorno alla bottiglia e fissatela facendo alcuni giri con del nastro adesivo in prossimità degli estremi. Sfilate la bottiglia, avrete così ottenuto un cilindro di rete. Tagliate quindi un disco di rete che funga da coperchio per uno dei lati del cilindro e fissatelo con cura mediante del nastro adesivo.

Se volete potete attaccare all'esterno della gabbia delle striscioline di carta, così potrete verificare che, effettivamente, le cariche si sono disposte lungo la sua superficie esterna.

La gabbia è pronta per condurre le vostre esperienze!



## Ragno di Franklin

Questa è una originale esperienza ideata dal grande Benjamin Franklin che la trovava assai divertente e che non mancherà di incuriosire e divertire anche i vostri amici. Si basa sull'attrazione e repulsione elettrostatica.

Procuratevi un piccolo tappo di sughero e con l'aiuto di un taglierino, lima e carta vetrata, modellate il corpo di un ragno. Quindi con dell'inchiostro di china dipingetelo in nero. Da una matassa di lana grossa di colore nero ricavate 8 fili lunghi circa 10 cm che incollerete sull'addome del ragno in modo da simularne le zampe. Se i fili non assumono la posizione naturale da voi desiderata, potete bagnarli leggermente e modellarli.

Passate per il baricentro del ragno un filo di cotone lungo una ventina di cm. Se il ragno non assume l' "à plomb" desiderato, incollate in posizione opportuna sotto il suo ventre un piombino da pesca od un pallino da caccia. Tagliate e curvate una sbarretta di ferro o di ottone del diametro di circa 3 mm, in modo da formare un supporto cui sospendere il ragno. Il tutto sarà poi fissato ad una bassetta ben isolata ottenuta da un bicchiere in plastica o con altro materiale a vostra scelta. Collegate l'asta di sostegno attraverso un corto filo elettrico isolato al terminale di una macchina elettrostatica.

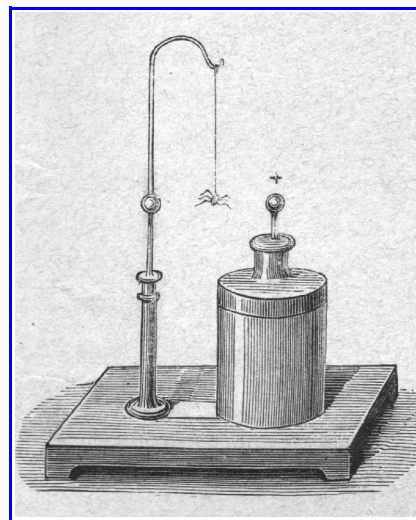
Il ragno, così sospeso, si avventerà ferocemente contro chiunque abbia l'ardire di avvicinarlo!

Nella illustrazione il ragno è invece sospeso ad un'asta collegata con l'armatura esterna di una bottiglia Leyda (condensatore).

In questo ultimo caso, il ragno tocca il terminale superiore della bottiglia, acquisisce polarità omologa e ne viene respinto, quindi tocca l'asta collegata con l'altra armatura della bottiglia, cede la sua carica e ne acquisisce di omologa per cui verrà respinto e nuovamente attratto dal terminale centrale della bottiglia, qui cede la sua carica, ne acquisisce una nuova, viene respinto.... e così via. In condizioni di tempo secco questo andirivieni può durare per lungo tempo.

In un'altra parte del manualetto diamo le istruzioni per costruire una bottiglia di Leida.

Provate a realizzare questa esperienza.

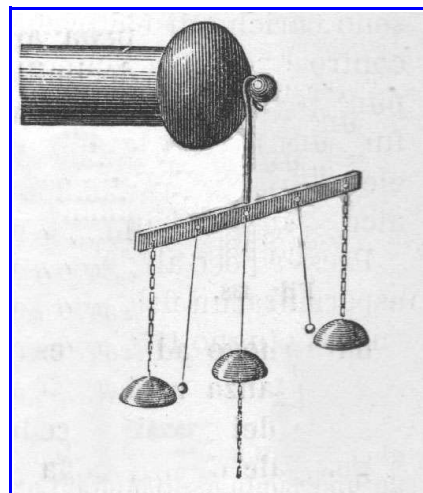


## Scampanio elettrostatico

Un'esperienza assai simile a quella del ragno di Franklin e basata sullo stesso principio è quella dello scampanio elettrostatico.

Ad una asta metallica sono sospesi con delle catenelle due campanelli laterali. Il campanello centrale è invece sospeso ad un filo isolante e collegato a terra. Fra i campanelli vi dono due palline metalliche sospese mediante un filo isolante. L'asta, e, di conseguenza, i campanelli laterali sono posti in comunicazione con una macchina elettrostatica.

Ogni pendolino, quando viene in contatto con uno dei campanelli laterali si carica e ne viene respinto, quindi tocca con il campanello centrale – posto a terra-, si scarica, torna a toccare il campanello laterale.... così via. Il risultato è uno scampanio continuo.



La versione da me realizzata è una sorta di tambureggiamento.

Prendete due lattine da bibita ed incollatele su di un supporto che sia ben isolante: ad es. un pezzo di styrofoam o polistirolo espanso con sopra incollato un foglio di plastica per copertine. La distanza tra le lattine deve essere di circa 5-8 cm. Fissate lateralmente ed a metà fra le lattine un tappo di sughero od un tappo per chimica forato ed infilateci una barretta di ferro od ottone, alta una trentina di cm e ripiegata in modo che un filo ad essa sospeso cada esattamente fra le due lattine. Prendete un pezzo di filo isolante (nylon o seta) ed agganciatevi un piccolo piombino da pesca od una leggera pallina di metallo. Quindi legate il filo all'asticella in modo che il piombino si trovi a metà tra le lattine e circa un paio di cm al di sotto del bordo superiore.

Collegate le due lattine ai poli di una macchina elettrostatica e vedrete come il piombino vada a sbattere dall'una all'altra lattina producendo un suono tambureggiante.

Può essere sufficiente collegare solo una lattina ad un polo della macchina elettrostatica e l'altra mediante un filo a terra



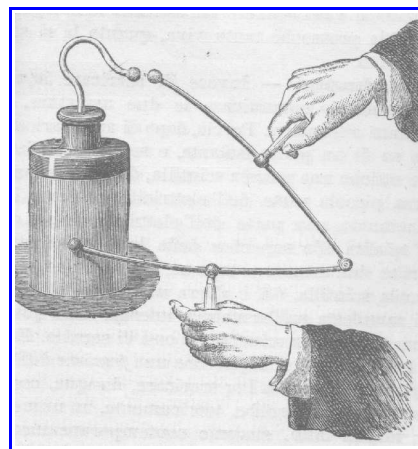
## Bottiglia di Leida

La bottiglia di Leida rappresenta la prima forma di condensatore elettrico realizzata.

Essa è costituita da un recipiente in vetro od altro materiale buon isolante (dielettrico) i cui lati interno ed esterno sono rivestiti con due fogli metallici, detti armature.

Questo apparecchio è in grado di accumulare cariche elettriche in quantità molto maggiore di quanto potrebbe fare un recipiente metallico di eguali dimensioni.. Ciò è dovuto oltre che all'interazione elettrostatica fra le armature, come avviene nei condensatori piani posti nel vuoto od in aria senza altro materiale interposto, anche a complessi fenomeni di polarizzazione del dielettrico.

Per questo, a parità di superficie delle armature e di spessore del dielettrico, si possono avere risultati assai diversi a seconda del dielettrico utilizzato.



Per questo, nella costruzione di una bottiglia di Leyda, vi consiglio di utilizzare recipienti di vari materiali, al fine di trovare quello più adatto.

Tenete comunque presente che la capacità di un condensatore, oltre che dalla natura del dielettrico è direttamente proporzionale alla superficie delle armature ed inversamente proporzionale allo spessore del dielettrico.

Anche se le bottiglie di Leyda che descriviamo sono dell'ordine di poche centinaia di picoFarad (un picoFarad equivale a  $1 \times 10^{-12}$  Farad), fate molta attenzione, perché una scarica a 50 – 60 kV da un condensatore di questa capacità fa male!!! Non vi fate venire in mente di fabbricare condensatori utilizzando qualcosa di più grosso di una bottiglietta da 200ml.



Il sottoscritto, all'età di 15 anni, ebbe la brillante idea di fare un condensatore utilizzando un piccolo secchio per le immondizie in plastica caricato con uno dei primi Van der Graaf costruiti. Quando ha provato a cortocircuitare le armature si è visto esplodere fra le mani un cavo elettrico del diametro di qualche millimetro!

Procuratevi quindi dei piccoli barattoli di vetro o di plastica (max 100 ml) al cui interno stenderete con cura una striscia di Domopack di altezza tale che non superi una distanza di 2 cm dal bordo superiore. Non è necessario incollarla sul lato interno, fate solo attenzione che sia ben aderente. Per tenerla al suo posto potete aiutarvi riempiendo il barattolo con un poco di trucioli di Domopack o della paglietta di acciaio. Incollate con cura mediante del Vinavil una striscia anche sul lato esterno. Forate il tappo ed introducetevi una barretta di metallo assicurandovi che sia in contatto con l'armatura interna attraverso i trucioli od un pezzetto di filo elettrico. Lascerate che la barretta sporga anche all'esterno per almeno 5/6 cm. Incollate bene la barretta al tappo con abbondante resina epossidica. E' consigliabile incollare una pallina metallica sulla barretta. La bottiglia può essere caricata tenendola in mano per l'armatura esterna ed avvicinando quella interna al terminale della macchina elettrostatica per qualche secondo. **Non toccate l'armatura interna!!!!!!**

Tenendo sempre in mano la bottiglia mettente in contatto un corno dell'eccitatore con l'armatura esterna ed avvicinate l'altro corno all'armatura interna: vedrete scoccare una luminosa e fragorosa scintilla..

## Grandine elettrostatica

Quest'esperienza, che all'apparenza sembra solo banale e divertente, per lungo tempo è stata alla base di una teoria su come avvenisse la formazione dei chicchi di grandine. Si riteneva che i piccoli nuclei originari di ghiaccio fossero fatti rimbalzare avanti ed indietro tra nuvole con cariche elettriche differenti. In questo andirivieni, a causa del freddo e dell'umidità presenti all'interno delle nuvole, sui nuclei si condensava altra acqua aumentandone il volume. Ad un certo punto la forza di gravità aveva la meglio sul campo elettrostatico ed i granelli di ghiaccio precipitavano sulla terra sotto forma di grandine.

L'esperienza è facile da realizzare.

Procuratevi una scatola di plastica trasparente e fate due piccoli fori in corrispondenza del fondo e del coperchio. Fate passare nei fori due piccoli pezzi di filo elettrico sottile, spelandoli alle estremità. Fissateli sul

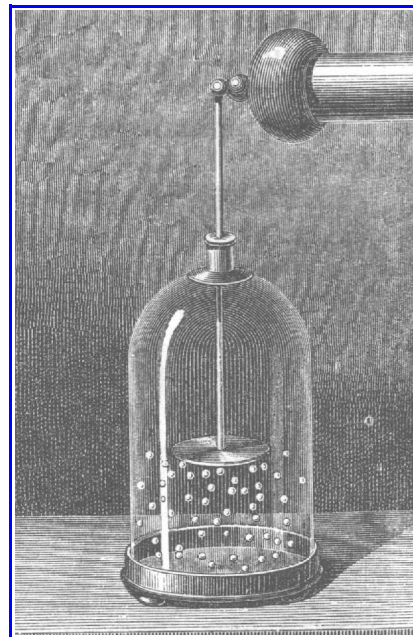


per bene e mettetele dentro la scatola.

Toccando con un dito l'altro estremo del filo superiore ed avvicinando ad una macchina elettrostatica il filo inferiore vedrete le palline rimbalzare furiosamente fra i due elettrodi.

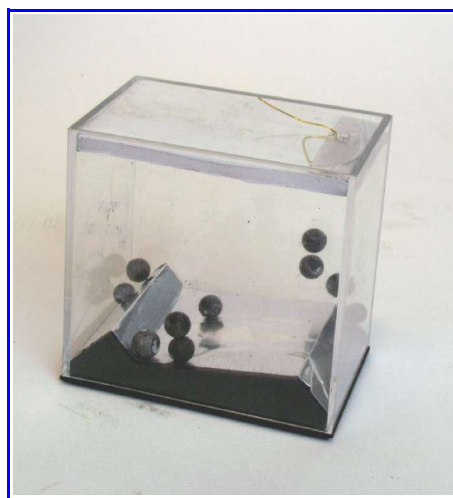
Attenzione, l'apparecchio può dare qualche volta dei problemi. Se le palline sono troppo leggere e le pareti della scatola sono in una plastica che si elettrizza facilmente, si attaccano ad esse. Provate a realizzare lo stesso dispositivo anche con un barattolo di vetro (se siete in grado di forare il fondo: serve un piccolo trapano elettrico con una fresa diamantata.)

Se le palline sono troppo pesanti, potrebbero non rimbalzare. Se calzate scarpe di gomma finisce che vi caricate anche voi ed il fenomeno rallenta

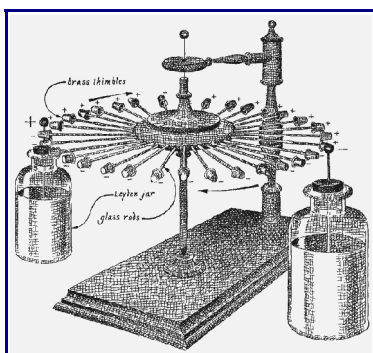


foro con una goccia di Attack. Incollate all'interno due foglietti di alluminio, uno sul fondo ed uno sul coperchio, facendo in modo che vengano in contatto con i fili elettrici.

Prendete una decina di palline di sambuco, di balsa, o di polistirolo. Meglio se le tingete con in poco di inchiostro di china. Fatele asciugare



## Motori elettrostatici



I motori elettrostatici, pur non avendo avuto significative applicazioni pratiche come quelli elettromagnetici, costituiscono una ottima opportunità di apprendimento e di divertimento.

Il principio su cui si basano è quello dell'attrazione e repulsione elettrostatica. Guardando l'illustrazione di uno dei primi motori, realizzato da Franklin, si comprende intuitivamente quale sia il funzionamento. I due condensatori (bottiglie di Leyda) hanno le armature interne caricate secondo segni opposti. La ruota a raggi girevole reca sulla sua periferia una serie di conduttori metallici. Quando una di essi passa vicino ad un terminale di un condensatore si carica dello stesso segno e quindi viene respinto. Continuando la rotazione il conduttore viene attratto dal terminale della bottiglia opposta, cede la sua carica, ne assume una di segno uguale e quindi viene respinto, si avvicina all'altro terminale, ne viene attratto, cede la carica, ne assume una omologa e viene respinto.....e così via. La foto mostra un motore più moderno di cui è ancora più intuibile il funzionamento.

La realizzazione di motori elettrostatici non è una cosa difficile, richiede solo una certa precisione nella realizzazione della parte rotante (rotore).

Per una più facile comprensione aiutatevi con le fotografie.

### Motore 1



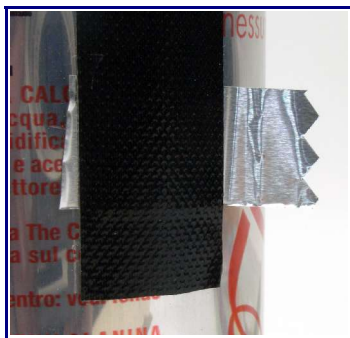
Si costruisca una basetta isolante di circa 20 x 15 cm ed al suo centro si incollino un tappo forato per chimica od un cubetto di legno di circa 2x2 cm. Al centro del cubetto si pratici un foro del diametro di un ferro da calza da 4/5 mm. Si prenda una bottiglia da bibita in plastica da circa 500ml e sul fondo, perfettamente al centro, si pratici un foro in cui possa entrare con precisione il ferro da calza. Al centro del tappo si faccia un foro ove inserire la metà di un bottone automatico di media misura in modo che la cavità sia rivolta verso l'interno del tappo, quindi lo si fissi con un poco di Attack.. Si avviti il tappo e si infili la bottiglia sul ferro da calza, con la punta di questo all'interno

dell'automatico. La bottiglia deve girare senza attrito e

perfettamente in asse. Sfilate il ferro da calza e tagliatelo alla base in modo che una volta riinfilato nel foro, la bottiglia resti appena sollevata sopra di esso e giri liberamente.

All'esterno della bottiglia, perfettamente spaziate, si incollino delle strisce (4-5) di Domopack larghe 1,5- 2 cm. Meglio, vi consiglio di usare del nastro di alluminio adesivo che è più facile da applicare del Domopack. Si prendano quindi 2 lattine da bibita (meglio del tipo stretto e lungo) e le si





incollino sulla basetta, diametralmente opposte, ad una distanza di 1,5- 2 cm dalla bottiglia. Con una strisciolina do Domopack si realizzino 2 striscioline con un lato dentellato da fissare alle lattine come in figura, in modo che arrivino a sfiorare la bottiglia senza toccarla..

Collegando le lattine ai poli di una macchina elettrostatica, od anche una ad un polo, avendo cura di attaccare un pezzo di filo elettrico che arrivi fino al pavimento all'altra lattina, il motore comincerà a girare vorticosamente.



## Motore 2

Questo motore è un poco più difficile da costruire, ma risente meno della turbolenza dell'aria ed avendo una struttura simile ad un condensatore ruotante è anche più efficiente.

Si costruisca una basetta in legno al cui centro si praticherà un foro per il ferro da calza. Si prenda una bottiglia di plastica di diametro tale che contenga un rotore costruito nello stesso modo di quello precedente, con uno spazio anulare interno di circa 1-2 cm . Si tagli con un paio di forbici od un taglierino la bottiglia dalla parte del collo in modo che sia alta più o meno i 3/5 del rotore. Si pratichi un foro sul fondo della bottiglia tagliata. Il foro può essere anche più grande del ferro da calza, ciò è utile per consentire un perfetto centraggio nella fase finale di assemblaggio. Si incollino,



diametralmente opposte sul lato esterno della bottiglia due strisce di Domopack o di nastro di alluminio autoadesivo, larghe circa 4-5 cm e lunghe quanto la bottiglia, meno un paio di cm dalla base e dal bordo superiore (armature). Al centro delle armature ed il prossimità dei bordi diametralmente opposti si pratichino 2 tagli verticali lunghi un paio di cm. Entro questi tagli si infilino due spazzoline di stagnola, come quelle descritte in precedenza, piegandole nella direzione di rotazione desiderata, in modo che sfiorino il rotore, una volta che tutto sia assemblato come in fotografia: questo è lo statore del motore. Le spazzoline, una volta registrate alla giusta lunghezza possono essere fissate alle armature

esterne con del nastro adesivo. Si controlli che tutto sia bene allineato e poi si incollino con dell'adesivo bicomponente lo statore alla basetta. Collegando le armature ai poli di una macchina elettrostatica, oppure ad un polo ed a terra, si otterrà la rotazione del motore.