



REF:QLL015
MACHINE DE WIMSHURST

MACHINE DE WIMSHURST

MACHINE DE WIMSHURST	2
Éléments inclus	3
Autres éléments nécessaires.....	3
Introduction	3
Théorie	3
Utilisation	4
Utilisation du générateur électrostatique.....	6
Précautions d'utilisation.....	8
Autres accessoires.....	9

Éléments inclus

Machine Wimshurst Instruccionees

Autres éléments requis

1. Électroscope
2. Tubes à décharge
3. Microampèremètre
4. Gyroscope électrique
5. Bougie
6. Conducteur accentué
7. Baguette en ébonite ou en verre
8. Tissu de laine ou de soie

Introducción

Un générateur est un appareil à haute tension qui fonctionne selon le principe de l'induction électrostatique et qui est principalement utilisé pour les démonstrations électrostatiques. Cette machine a été mise au point par M. James Wimshurst en 1878 et porte son nom.

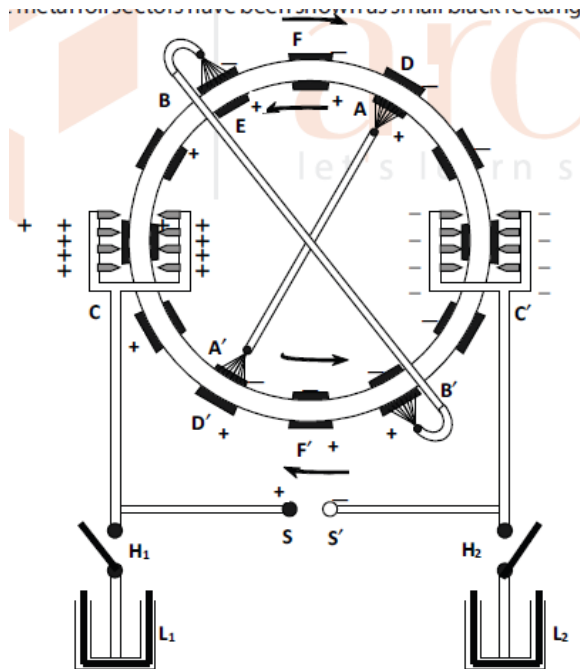
Le générateur peut être utilisé pour diverses démonstrations, pour les tubes à rayons X, les tubes cathodiques et pour de nombreux types de tubes à décharge, pour détecter la flamme d'une bougie allumée près d'un point à fort potentiel électrique ou entre les plaques d'un condensateur chargé, d'enflammer une explosion de vapeur en poudre ou d'éthanol avec l'étincelle de cette machine, d'entraîner un moteur électrostatique ou un guindeau, un jeu de cloches constitué d'un métal ou d'une boule suspendue à un fil isolé entre deux cloches de potentiel électrique opposé, de séparer un mélange de sel et de poivre, de précipiter de la fumée de l'air....

Théorie

Le fonctionnement d'un générateur électrostatique Wimshurst est basé sur le principe de l'électrophore. Le disque doit être soulevé plusieurs fois pour que sa surface se charge électriquement.

Dans cet appareil, on utilise deux ensembles de conducteurs qui tournent en sens inverse l'un de l'autre. La charge électrique sur l'un est utilisée pour produire une charge électrique sur l'autre. Un schéma est présenté.

Une paire de plaques acryliques circulaires (P et Q), toutes deux de même diamètre, sont montées parallèlement l'une à l'autre. Ces plaques tournent en sens inverse l'une par rapport à l'autre sur l'axe horizontal à l'aide d'une poulie et d'une courroie. L'arbre sur lequel les plaques sont montées comporte également deux petites poulies. L'arbre de la plus grande poulie est muni d'une poignée. Une courroie en caoutchouc relie les deux grandes poulies aux petites poulies respectives. Un nombre égal de bandes de feuilles d'aluminium est posé radialement le long du bord des plaques sur leur surface extérieure. Il est très important que ce nombre soit un multiple de deux. Dans la figure 1, les plaques sont représentées par deux cercles concentriques le long des connexions et les secteurs des bandes d'aluminium sont des rectangles noirs.



Les deux fils métalliques en forme de U (C et C') avec les brosses (câble) à l'extrémité du U sont montés horizontalement sur le bord de la plaque, il y en a un sur chaque plaque, au total il y a 4 brosses par plaque qui frottent continuellement contre les bandes d'aluminium qui ont les plaques sur le bord. Les fils sont chargés et transfèrent la charge à la boule avec les électrodes à l'extrémité (S et S'). Les électrodes sont isolées l'une de l'autre et la charge accumulée est visible sous la forme d'une étincelle entre elles. Les deux électrodes peuvent être déplacées pour modifier la distance qui les sépare en déplaçant leur poignée. La décharge entre les deux électrodes dépend du potentiel électrique accumulé et de la séparation des sphères.

Les tiges métalliques qui se touchent à travers la brosse avec la plaque sont croisées en formant des angles presque droits entre elles, la tige en forme de U (B-B) et la tige droite (A-A), ces tiges fonctionnent comme des brosses neutralisantes qui distribuent la charge. Sur la base en bois, il y a deux pots de Leyden (condensateurs) (L1 et L2) disposés verticalement, le pot est relié aux électrodes par les colonnes montantes métalliques (H1 et H2)..

La carafe Leyden est une carafe en plastique dont l'intérieur et l'extérieur sont recouverts d'aluminium, à une hauteur inférieure à celle de la carafe, sans la recouvrir. La couche extérieure d'aluminium minimise les fuites et agit comme un isolant. Ces carafes sont capables de stocker l'énergie électrique avec peu de pertes et sans rupture électrique. Tous les contacts positifs entre les carafes Leyden, etc. Ils sont collés ensemble dans un verre acrylique transparent qui maintient également l'axe des plaques. Il sert également d'isolant électrique entre ces composants.

Utilisation

Commencez à tourner la manivelle de manière à ce que la plaque avant (dans la figure 1, la plaque intérieure) tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, tandis que la plaque extérieure tourne dans le sens des aiguilles d'une montre (le sens des plaques est indiqué par des flèches dans la figure 1). Nous devons tenir compte du fait que les bandes d'aluminium sont légèrement chargées, ce qui est nécessaire pour commencer à utiliser la machine. Nous supposons que le métal F a une légère charge négative.

Lorsque F est en position D, la présence d'une charge négative sur ce métal induit une charge positive sur l'autre plaque, juste en face, qui est en contact avec la terminaison de A. La tige de neutralisation induit une charge négative sur le secteur métallique en contact avec les balais de A. Comme la plaque est en rotation continue, le contact entre les deux secteurs en A et A à travers les tiges de neutralisation est rompu de manière à conserver les charges électriques. Lorsque F est en position D, la présence d'une charge négative sur ce métal induit une charge positive sur l'autre plaque, juste en face, qui est en contact avec la terminaison de A. La tige de neutralisation induit une charge négative sur le secteur métallique en contact avec les balais de A. Comme la plaque est en rotation continue, le contact entre les deux secteurs de A et A par l'intermédiaire des tiges de neutralisation est rompu de manière à ce que les charges électriques soient conservées.

Lorsque le secteur qui était A atteint E, il induit une charge négative dans le secteur en contact avec B. Il induit une charge positive dans le secteur en contact avec l'extrémité B de l'autre tige de neutralisation. La charge négative induite sur B se déplace dans le sens des aiguilles d'une montre et atteint la position D, répétant la procédure en faisant tourner les disques. Les secteurs tournent continuellement, frottant périodiquement contre les peignes ou brosses C et C qui leur transfèrent toute la charge. En conséquence, la charge négative se trouve sur D et est perdue sur C, tandis que la charge positive sur D est perdue sur C. De même, la plaque intérieure tourne dans la direction opposée, la charge positive sur A est perdue sur C tandis que la charge négative est donnée de A à C. Cela fait que C est chargé positivement et que C est chargé négativement. Ce processus se poursuit de manière à ce que tous les secteurs se chargent, différentes combinaisons de secteurs impliquant tous les secteurs des deux plaques se chargent par le processus d'induction. Progressivement, tous les secteurs de la partie supérieure de la plaque inférieure se chargent positivement et ceux de la plaque extérieure se chargent négativement. De même, tous les secteurs de la moitié inférieure de la plaque intérieure se chargent négativement et la plaque extérieure se charge positivement. Il est évident qu'à tout moment, la moitié d'une plaque et la moitié opposée seront également chargées (positivement ou négativement).

C reçoit des charges positives et des séries négatives à c. Lorsqu'un secteur chargé positivement frotte contre le peigne, il induit une charge négative. Cette charge négative induite est rapidement conduite vers l'électrode S. laissant le peigne qui est rapidement déchargé jusqu'à ce qu'il soit rechargé par l'action de l'induction. Il en est de même pour la charge négative.

Lorsque les électrodes de décharge sont en contact avec les carafes de Leyden, les charges sont stockées dans les carafes jusqu'à ce que le potentiel soit suffisant pour traverser les électrodes sous la forme d'une étincelle. Chaque rotation du disque génère une charge supplémentaire. Ainsi, la charge s'accumule de manière exponentielle jusqu'à ce qu'elle atteigne le taux auquel la charge déposée sur la jarre de Leyden est égale au taux de fuite de charge des condensateurs et des électrodes.

Lorsque les carafes de Leyden sont connectées, la capacité de décharge des électrodes est augmentée et, par conséquent, la quantité de charge accumulée par les sphères s'accumule. Lorsque les carafes de Leyden ne sont pas connectées, les étincelles produites sont plus fréquentes mais moins intenses. Lorsque les carafes sont connectées, la fréquence des étincelles diminue (il faut plus de temps pour accumuler la charge) mais l'intensité des étincelles augmente.

L'énergie des charges produites et stockées dans les électrodes de décharge sous forme de potentiel électrique, puis d'étincelles dans l'air, est dérivée de l'énergie ou du travail mécanique du mouvement des plaques. Le travail de rotation des plaques est plus important lorsqu'elles sont chargées que lorsqu'elles ne le sont pas, et ce travail augmente avec l'accumulation des charges. Le travail excédentaire est converti en énergie électrique.

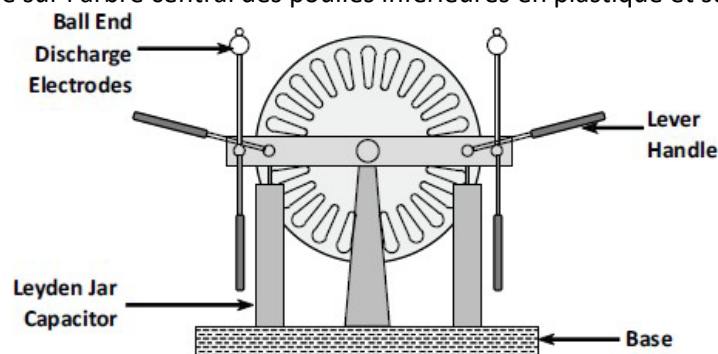
La distance entre les sphères des électrodes de décharge où se produit l'étincelle dépend des

conditions ambiantes et du diamètre des sphères. Une approximation du potentiel électrique entre les deux sphères est donnée. Le tableau suivant indique la différence entre deux sphères identiques de diamètres différents, ce qui correspond à différentes valeurs de potentiel pour l'étincelle. La séparation minimale entre deux sphères identiques de diamètres différents pour différentes valeurs du potentiel électrique sans étincelle.

Electric Potential (kV)	Sphere Diameters (in cm)				
	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0
10	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
20	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
30	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
40	1.40	1.32	1.30	1.30	1.30
50	2.00	1.82	1.73	1.71	1.65
60	2.81	2.40	2.21	2.16	2.02
70	4.05	3.16	2.80	2.68	2.41
80	-	4.40	3.50	3.26	2.82
90	-	-	4.40	3.93	3.28
100	-	-	-	4.76	3.75

Utilisation du générateur électrostatique

Cette machine est prête à l'emploi, à l'exception de la manivelle. Avant de la mettre en marche, placez la manivelle sur l'arbre central des poulies inférieures en plastique et suivez la procédure.



- 1) Placer les sphères des deux électrodes de décharge symétriquement près du centre de la coupelle, à environ 25 mm l'une de l'autre.
- 2) Ajustez les tiges (celles dont les brosses ou les fils frottent contre les plaques) de manière à ce qu'elles forment un angle de 45° par rapport à l'horizontale. Veillez à ce que les brosses brossent continuellement les secteurs d'aluminium lorsque le plateau tourne.
- 3) Ajuster les deux manivelles de manière qu'elles soient à moins de 10 mm de leurs électrodes de décharge respectives. Dans ce cas, il n'y aura pas de contact électrique direct entre les électrodes de décharge et la jarre de Leyden. Lorsque les manivelles sont tournées pendant quelques secondes, un son se fait entendre en raison du transfert de charge de la jarre de Leyden à leurs électrodes de décharge respectives.
- 4) Déplacer les deux manivelles pour qu'elles touchent leurs électrodes de décharge respectives, de manière que la carafe de Leyde soit en contact électrique direct avec les électrodes. Faites tourner les plaques à grande vitesse. Vous observerez un bruit et une étincelle d'une électrode à l'autre. Si la rotation des plaques est continue, cette étincelle sera observée à intervalles de temps réguliers. En effet, les carafes de Leyde se chargent continuellement de la charge opposée et le potentiel électrique élevé qui s'accumule entre ces deux électrodes de décharge entraîne le

grésillement de l'air entre les électrodes et la formation de l'étincelle.

La formation d'une étincelle indique que le générateur fonctionne.

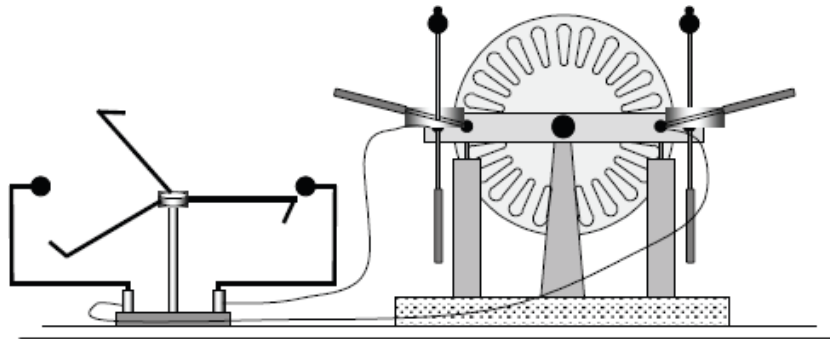
Précautions d'utilisation

- 1) Ne pas utiliser l'appareil en cas de forte humidité.
- 2) Todas las partes de la maquina tienen que ser limpiadas y secadas cuidadosamente para obtener resultados óptimos.
- 3) Les brosses doivent être en contact permanent avec les plaques lorsqu'elles tournent.
- 4) Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque les barres de neutralisation forment un angle de 45° par rapport à l'horizontale et sont à peu près perpendiculaires l'une à l'autre.
- 5) Toute fissure dans les carafes de Leyden rend l'équipement inutilisable.
- 6) Après utilisation, il doit être déchargé en rapprochant les électrodes de décharge et en y connectant les carafes de Leyden.
- 7) Ne touchez pas les parties métalliques de l'appareil lorsqu'il est utilisé. Elles ne doivent être touchées que lorsqu'elles ne sont pas utilisées. Dans tous les cas, une distance de sécurité doit être maintenue afin d'éviter le risque que la charge ne saute.

Autres accessoires

Pour équiper le générateur de divers accessoires, ceux-ci peuvent être raccordés au générateur par l'intermédiaire de deux prises de 4 mm situées sur le pivot de la boule d'extrémité de l'électrode, à l'aide de fiches bananes de 4 mm. Lorsque le générateur est connecté à l'un des accessoires réalisant un circuit électrique externe, les électrodes de décharge doivent être séparées afin d'éviter la formation d'une étincelle.

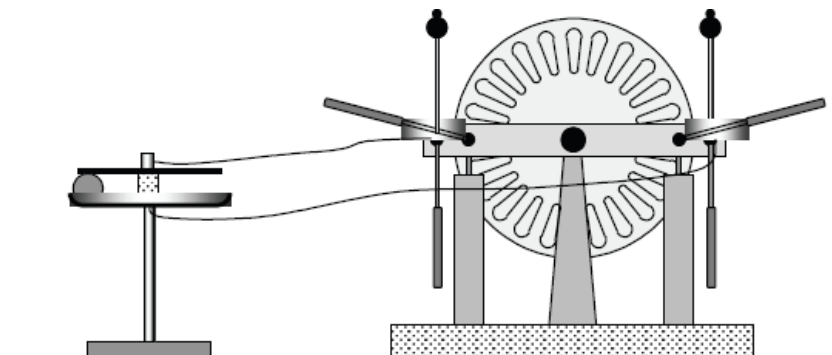
- 1) Plume électrique : la plume électrique est un ensemble de rubans colorés fixés sur une petite tige métallique qui peut être montée sur le dessus du support isolant. Il est relié à l'une des boules terminales des électrodes à l'aide d'un connecteur. Lorsque le générateur tourne à une vitesse suffisante, la charge électrique est transférée au stylo par l'intermédiaire du fil de connexion. Les rubans de couleur commencent à se repousser et à se répandre.
- 2) Tête à cheveux : la tête à cheveux est une brosse de cheveux montée sur une petite tige métallique qui peut être montée sur le dessus du support isolant. Branchez le générateur comme indiqué ci-dessus. Une fois mis en marche, les cheveux commencent à se repousser et à se dresser sur la tête. Cela est dû au transfert progressif des charges électriques du générateur vers les cheveux qui s'étirent et se dressent sur la tête.
- 3) Gyroscope électrique : le gyroscope électrique est constitué de rayons métalliques disposés de façon circulaire et montés sur un support. Les rayons du gyroscope électrique sont pliés à l'extrémité en forme de L et leurs pointes sont pointues. Le support comporte deux pôles métalliques sur lesquels sont placées deux boules d'électrodes, comme le montre la figure. Les électrodes sont reliées par un câble de connexion à la boule de connexion des électrodes du générateur. Lorsqu'ils sont mis en marche, les rayons commencent à tourner.



- 4) Boule de course : dans cet accessoire, la boule isolante est placée entre la plaque métallique et le disque métallique qui comporte deux prises de connexion électrique de 4 mm, l'une au-dessus et l'autre au-dessous. L'ensemble est monté sur un isolateur. Connectez l'une des boules terminales à la prise située en haut de l'accessoire et l'autre à la prise située en bas, à l'aide de fils de connexion, comme indiqué sur la figure. Veillez à ce que la boule soit en position horizontale. Lorsque vous démarrez le générateur, vous observez que la boule commence à rouler et à se déplacer continuellement à une vitesse croissante le long du bord plié du plateau inférieur. Une légère poussée est nécessaire pour démarrer le mouvement de la balle.

La connexion électrique entre l'une des boules terminales de l'électrode et la plaque de la boule rotative entraîne la charge de la plaque. Nous supposons que la plaque reçoit une charge négative et que le plateau inférieur reçoit une charge positive du générateur. La surface supérieure de la boule est donc chargée négativement, puisqu'elle est en contact avec le plateau inférieur. De même, le plateau inférieur charge positivement la surface inférieure de la boule isolante. En conséquence, les charges résidant sur les plaques supérieure et inférieure de la boule, ainsi que sur les plateaux supérieur et inférieur, commencent à se repousser l'une l'autre, ce qui fait rouler la boule. En roulant, la partie inférieure de la balle, chargée négativement, est en contact avec la partie inférieure du plateau, chargée positivement, et acquiert une charge positive en perdant des électrons. De même, la partie inférieure chargée positivement en contact avec la partie supérieure acquiert une charge négative en captant des électrons du plateau. Cette perte et ce gain d'électrons par la partie supérieure ou inférieure de la boule isolante entraînent une rotation continue de celle-ci.

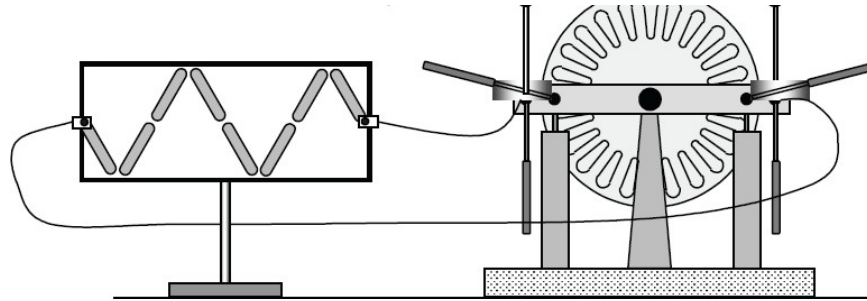
- 5) Cylindre creux. Le cylindre creux est un cylindre métallique monté horizontalement sur son support isolant. Il est surmonté d'une bille métallique, montée sur une tige métallique, qui est fixée verticalement sur le cylindre. Quatre boules sont attachées à la boule de métal de telle sorte que deux sont suspendues à l'intérieur du cylindre et deux sont suspendues à l'extérieur du cylindre.



Il est chargé en connectant la bille supérieure à l'une des bornes. On observera que les billes à l'intérieur du cylindre ne sont pas affectées, mais que les billes extérieures sont repoussées loin

du cylindre. Cela s'explique par le fait que toutes les charges captées par le cylindre sont retenues sur la surface extérieure du cylindre. La charge sur la surface extérieure du cylindre charge les billes avec la même charge et elles sont donc repoussées. Tant qu'il n'y a pas de charge à l'intérieur du cylindre, les billes à l'intérieur du cylindre ne sont pas perturbées.

- 6) Plaque d'éclairage : la plaque d'éclairage est constituée de petites tôles disposées en zigzag sur une plaque d'éclairage de manière qu'elles ne se touchent pas, avec des interstices, comme le montre la figure ci-dessous. Elle comporte deux bornes de connexion, les deux tôles étant reliées entre elles.

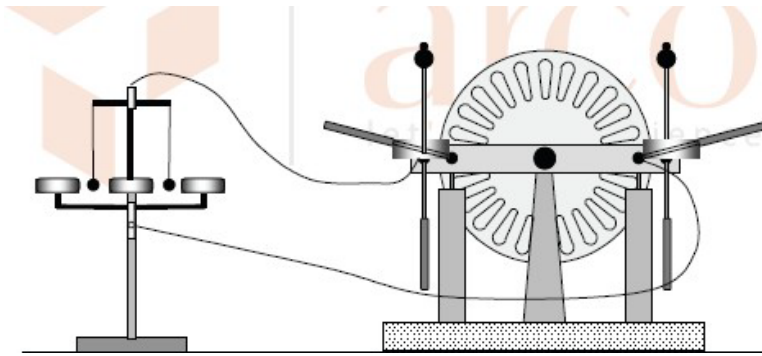


- 7) Le volta-storming. Le dispositif de volta-storming se compose d'un cylindre transparent non conducteur (Perspex). Les deux côtés du cylindre sont recouverts d'une coupelle métallique qui peut être facilement enlevée. Le dispositif peut être installé sur le support isolant et dispose d'une prise de 4 mm en haut et en bas pour la connexion électrique. Pour la démonstration de la tempête de volta, une boule est placée à l'intérieur du cylindre de manière à ce qu'ils ne couvrent que la surface des bouchons et ne soient pas empilés l'un sur l'autre. Montez-le sur le support isolant et connectez le haut et le bas de l'appareil à la boule terminale de l'électrode à l'aide du câble de connexion, comme indiqué sur la figure. Lorsque l'appareil est mis en marche, les boules commencent à monter et à descendre rapidement, ce qui donne l'impression d'un orage.

Dans ce cas, la charge électrique de la boule terminale de l'électrode charge l'appareil connecté. Nous supposons que le capuchon inférieur est chargé négativement et que le capuchon supérieur est chargé positivement. Il en résulte une accumulation de charges négatives sur les boules. La répulsion entre les charges similaires et l'attraction par la charge positive du capuchon supérieur font monter les billes, qui perdent les électrons excédentaires à travers le capuchon supérieur et reviennent. Ce processus se produit en boucle.

8. Ampoule au néon : lorsqu'une ampoule au néon, montée sur une tige isolante, est proche des électrodes chargées du générateur. Ce phénomène est dû au petit courant qui traverse l'air ionisé dans les électrodes et qui est reçu par l'ampoule au néon.

9. Cloche électrique : la cloche électrique se compose de trois gongs métalliques disposés parallèlement l'un à l'autre, avec deux glands entre eux, suspendus comme indiqué sur la figure. Les gongs de gauche et de droite sont reliés à un métal conducteur à l'aide d'un fil, et celui du milieu est monté sur une barre isolante afin qu'il n'ait pas la même charge que les deux autres gongs. Au milieu des gongs se trouve un câble métallique fin, avec deux bras au sommet par lesquels les glands sont suspendus. Les deux boules et le gong du milieu peuvent avoir la charge opposée à celle de droite ou de gauche. Il est monté sur un support isolant à des fins de démonstration.



Connectez le haut et le bas de l'appareil aux deux boules terminales des électrodes du générateur. Une fois le générateur mis en marche, les glands métalliques commenceront à osciller entre les gongs et, ce faisant, ils se heurteront l'un l'autre, ce qui produira un son.

Connectez le haut et le bas de l'appareil aux deux terminaux des électrodes du générateur. Lorsque le générateur est mis en marche, les billes métalliques commencent à osciller entre les gongs et se heurtent l'une l'autre en produisant un son.

Dans ce cas, la charge électrique de la boule et des électrodes charge le haut et le bas de l'appareil parce qu'ils sont connectés. Les connexions inférieures des gongs de gauche et de droite ont une charge similaire, tandis que le gong du milieu a une charge opposée à celle du haut. Nous supposons que le gong du milieu est chargé négativement et les deux autres positivement. Les deux billes métalliques acquièrent également une charge négative par induction.

Les billes sont également repoussées par le gong central et attirées par les gongs de droite et de gauche. Ce processus se poursuit pour produire le son.

10. Cylindre rotatif : il s'agit d'un cylindre en plastique transparent avec un bouchon en plastique sur le dessus. Le bouchon en plastique est muni d'une pièce métallique percée d'un trou en son centre. Le cylindre est monté sur un support rotatif.

Démarrez le générateur pour obtenir une décharge suffisante au niveau de la bille et des électrodes. Déplacez l'extrémité sphérique des électrodes pour qu'il n'y ait pas de décharge. En plaçant le cylindre sur le support pivotant, il commence à tourner.

La charge de la bille terminale de l'électrode ionise l'air. Lorsqu'elle est déjà en rotation, la partie du cylindre la plus proche de l'électrode est chargée par induction de la même charge. Par conséquent, il y a répulsion et elle se déplace vers une autre position dans le processus de perte de charge. Ce processus se poursuit et le cylindre tourne.