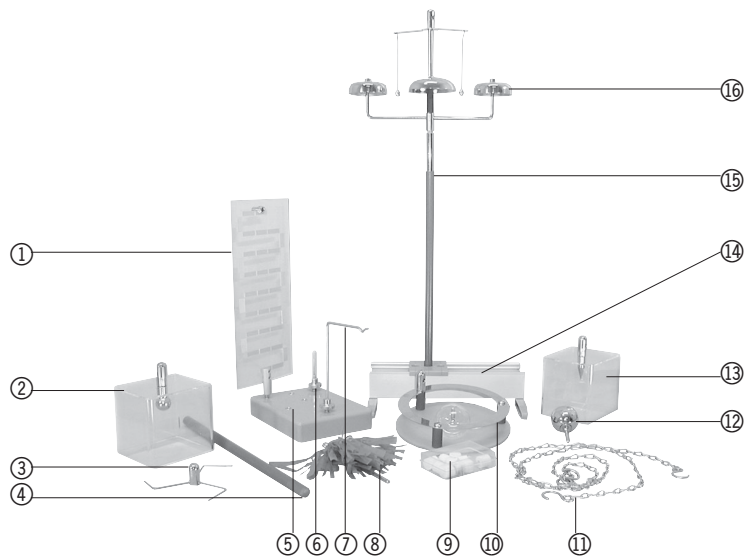


## Gerätesatz Elektrostatik U8491500

### Bedienungsanleitung

11/07 ALF



Mit diesem Gerätesatz lassen sich in Verbindung mit einer Influenzmaschine (z.B. U15310) oder einem Bandgenerator (z.B. U15300) eine Vielzahl von teilweise historischen Versuchen zur Untersuchung elektrostatischer Phänomene durchführen.

#### 1. Sicherheitshinweise

- Experimentierteile vor Berührung entladen.
- Influenzmaschine und Bandgenerator vor Berührung entladen.
- Bei Verwendung eines Bandgenerators Massebuchse erden.
- Versuche nur mit Hochspannungsquellen durchführen, deren Kurzschlussstrom  $\leq 15 \mu$  ist.

#### 2. Beschreibung, technische Daten

Die Experimentierteile sind mit 4-mm-Steckerstiften versehen und können so, schnell auswechselbar, auf einem isolierten Stativ montiert werden. Für die Verbindung zur Ladungsquelle stehen die mitgelieferten Verbindungsketten zur Verfügung,

aber auch Experimentierkabel mit 4-mm-Steckern können verwendet werden. Als Ladungsquelle für die Versuche empfehlen wir die Influenzmaschine U15310.

#### 2.1 Lieferumfang (siehe Abbildung)

- 1 Blitztafel
- 2 Gehäuse mit Kugelelektrode
- 3 Spitzenrad
- 4 Reibstab, Kunststoff, mit 4-mm-Buchse
- 5 Aufbewahrungsständer
- 6 Nadellager mit Steckerstift
- 7 Hakenstativ für Doppelpendel aus Holundermark
- 8 Seidenpapierbüschel an Stab
- 9 Holundermark-Abschnitte (10 Stück in Schachtel)
- 10 Grundplatte auf Steckerstift und Kugellauf
- 11 Verbindungsketten (2 Stück)
- 12 Konduktorkugel 30 mm  $\varnothing$ , mit Steckerstift
- 13 Gehäuse mit Spitzenelektrode
- 14 Stativfuß
- 15 Stativstab, isoliert, mit Halte- und Verbindungsbuchse
- 16 Glockenspiel

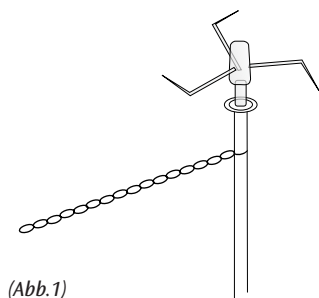
### 3. Bedienung

- Die Geräte ermöglichen nur in sauberem und trockenem Zustand befriedigende Versuchsergebnisse.
- Vor jedem Versuch Experimentierteile entladen.
- Unter feuchten klimatischen Bedingungen ist die Verwendung eines Ventilators empfehlenswert.
- Die Experimentieraufbauten auf das Stativ stecken und über die Verkettungen mit einer Influenzmaschine oder einem Bandgenerator verbinden.
- Sicherheitshinweise beachten.

### 4. Versuchsbeispiele

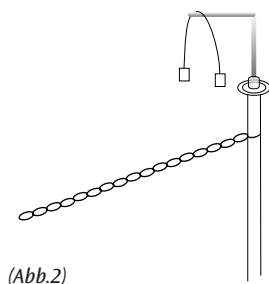
#### 4.1 Spitzenentladung (Abb.1)

- Spitzenrad (3) auf Nadellager (6) auf Stativ aufsetzen, Verbindung zur Ladungsquelle herstellen und Ladung übertragen.
- Das Spitzenrad beginnt sich zu drehen, da die Ladung schnell aus den Spitzen ausströmt und diese wie Düsen wirken.
- Mit Erhöhung der zugeführten Ladung nimmt die Geschwindigkeit der Drehbewegung zu.



#### 4.2 Doppelpendel (Abb.2)

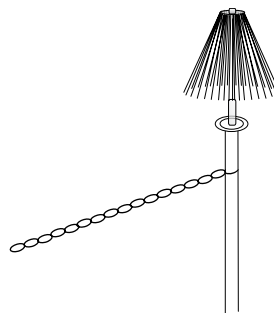
- Ein Holundermark-Doppelpendel am Hakenstativ (7) auf Stativ aufhängen, Verbindung zur Ladungsquelle herstellen und eine Ladung darauf übertragen.
- Da sich die Holundermarkstücke gleichnamig aufladen, stoßen sie sich ab.
- Das Doppelpendel ist ein einfaches Elektroskop.



#### 4.3 Seidenpapierbüschel (Abb.3)

- Das Seidenpapierbüschel (8) auf Stativ aufsetzen, Verbindung zur Ladungsquelle herstellen und langsam die zugeführte Ladungsmenge steigern.
- Die Papierstreifen stoßen sich gegenseitig ab, sträuben sich nach allen Seiten und bilden einen Schirm.
- Das Seidenpapierbüschel ist ebenfalls ein einfaches Elektroskop.

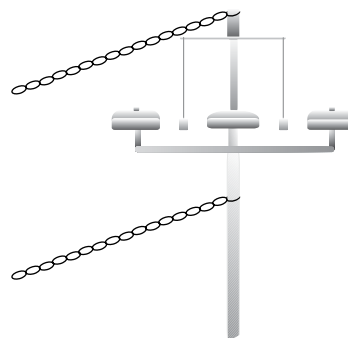
ches Elektroskop.



(Abb.3)

#### 4.4 Glockenspiel (Abb.4)

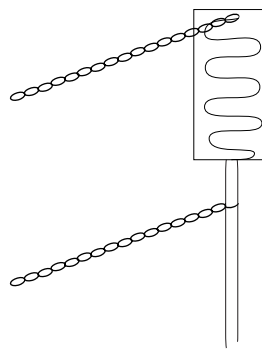
- Glockenspiel (16) auf Stativ aufsetzen, Verbindung zur Ladungsquelle herstellen und langsam die zugeführte Ladungsmenge steigern, bis die Klöppel die Glocke anschlagen.
- Vorsicht! Zu hohe Ladungsmenge führt zu Überschlägen zwischen den Halterungen.
- Durch Influenzvorgänge laden sich die Klöppel auf und werden von den Glocken angezogen bzw. abgestoßen.
- Bei Berührung des Klöppels mit den Glocken erfolgt eine Entladung und er schwingt zurück. Durch umgekehrte Aufladung beginnt der Vorgang erneut.



(Abb.4)

#### 4.5 Blitztafel (Abb.5)

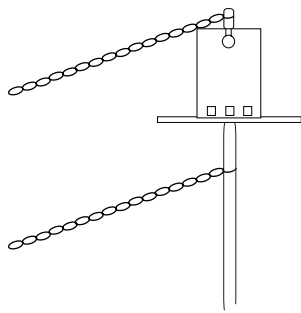
- Blitztafel (1) auf Stativ aufsetzen, Verbindung zur Ladungsquelle herstellen und langsam die zugeführte Ladungsmenge steigern.
- Bei genügend hoher Spannung treten Blitzentladungen über die Zwischenräume der Leiterzüge auf der Blitztafel ein.



(Abb.5)

#### 4.6 Elektrischer Tanz (Abb.6)

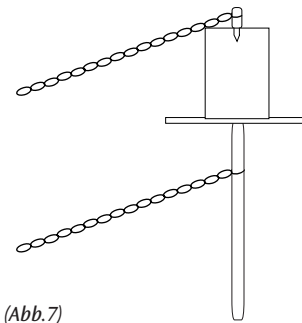
- Grundplatte (aus 10) auf Stativ aufsetzen, Holundermarkstücke (5-8 Stück) darauf legen und Gehäuse mit Kugelelektrode darüber stülpen.
- Verbindung zur Ladungsquelle herstellen und langsam die zugeführte Ladungsmenge steigern, bis die Holundermarkstücke anfangen zu tanzen.
- Ladungszufuhr unterbrechen und den Vorgang beobachten.
- Durch gleichnamige Aufladung werden die Holundermarkstücke von der Grundplatte abgestoßen und geben ihre Ladung ab bzw. werden umgekehrt aufgeladen, wenn sie in die Nähe der Kugelelektrode kommen. Sie fallen zurück und der Vorgang beginnt trotz unterbrochener Ladungszufuhr erneut, da noch genügend ruhende Ladung vorhanden ist.



#### 4.7 Rauchverzehrer (Abb.7)

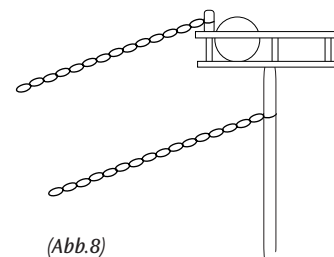
- Grundplatte (aus 10) auf Stativ aufsetzen, Gehäuse mit Spitzenelektrode (13) darüber stülpen und Verbindung zur Ladungsquelle herstellen
- Rauch einer Zigarette oder Räucherkerze in das Gehäuse blasen.
- Langsam Ladungen zuführen, bis sich der Rauch niederschlägt.
- Vorgang wiederholen.
- Die Rauchpartikel werden durch die Spitzenelektrode aufgeladen, stoßen sich ab und schla-

gen sich auf der entgegengesetzt geladenen Grundplatte nieder.



#### 4.8 Kugellauf (Abb.8)

- Grundplatte und Kugellauf (10) auf Stativ aufsetzen. Dabei darauf achten, dass die Distanzstücke des Kugellaufs unverkantet aufgesteckt sind.
- Die gesäuberte und trockene Kugel so auf die Grundplatte legen, dass sie den Rand der oberen kreisförmigen Elektrode berührt.
- Verbindung zur Ladungsquelle herstellen und langsam Ladungen zuführen, bis die Kugel abgestoßen wird und anfängt zu laufen. Zu hohe Ladungsmengen führen nur zu Überschlägen.
- Die Kugel wird unterschiedlich aufgeladen und durch die daraus resultierende Kraftwirkung kommt es zu einer Laufbewegung, wobei sie sich ständig auf- und entlädt.
- Falls die Kugel sich nur um die eigene Achse dreht, ist ein Anstoßen erforderlich.

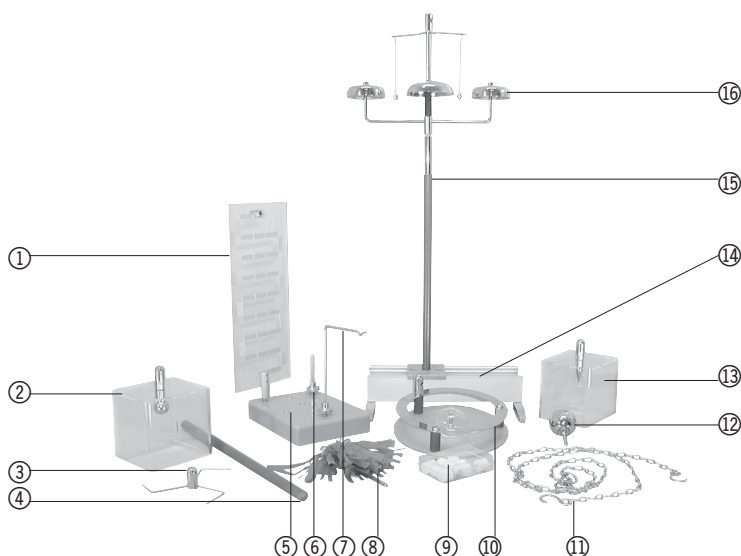




## Electrostatic equipment set U8491500

### Instruction sheet

11/07 ALF



This equipment set can be used in conjunction with an electrostatic generator such as a Wimshurst machine (e.g. U15310) or a Van der Graaf generator (e.g. U15300) to perform a wide variety of experiments investigating electrostatic phenomena including some historic experiments.

#### 1. Safety instructions

- Discharge experimental equipment before touching.
- Discharge Wimshurst machine and Van der Graaf generator before touching.
- When using a Van der Graaf generator, attach the ground terminal to ground.
- Perform experiments only with high-voltage equipment whose short-circuit current is less than  $15 \mu$ .

#### 2. Description, technical data

The experiment components are equipped with 4-mm connector pins so that they may be quickly mounted on or removed from an insulated stand. Connection chains are included for connecting sources of charge,

but experiment leads with 4 mm plugs can also be used. We recommend using the Wimshurst machine U15310 as the source of charge for these experiments.

#### 2.1 Scope of delivery (see illustration)

- ① Luminous pane
- ② Box with spherical electrode
- ③ Triskelion wheel
- ④ Friction rod, plastic with 4 mm plug
- ⑤ Storage stands
- ⑥ Needle bearing with connector pin
- ⑦ Hook stand for elder pith double pendulum
- ⑧ Bundle of tissue paper strips on rod
- ⑨ Pieces of elder pith (10 in a box)
- ⑩ Base plate on connecting pin with rolling sphere race
- ⑪ Connection chains (2 each)
- ⑫ Conductor sphere 30 mm  $\varnothing$ , with connector pin
- ⑬ Box with pointed electrode
- ⑭ Stand base
- ⑮ Stand rod, insulated with retaining and connecting socket
- ⑯ Bell chimes

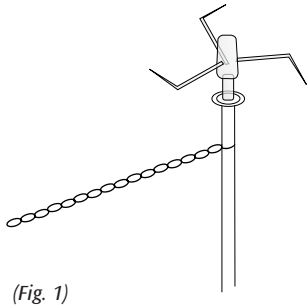
### 3. Instructions for use

- The equipment only produces satisfactory experimental results if kept clean and dry.
- Discharge experiment components before use.
- When the weather is damp, it is advisable to use a fan.
- Assemble the experiments on the stand and connect to the Wimshurst machine or Van der Graaf generator with connection chains.
- Observe safety advice.

### 4. Example experiments

#### 4.1 Discharge from points (Fig.1)

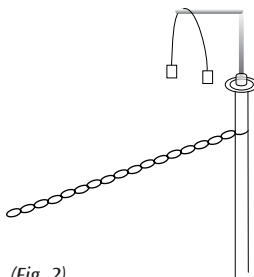
- Place the triskelion wheel (3) on the needle bearing attached to the stand. Connect to the source of charge to charge up the wheel.
- The triskelion wheel starts to turn because a jet of charge flows rapidly out of the points and propels the wheel.
- Increasing the charge causes the wheel to spin more quickly.



(Fig. 1)

#### 4.2 Double pendulum (Fig.2)

- A double pendulum made of elder pith (7) is attached to the hook stand. Connect to the source of charge to charge up the pendulum.
- Since the pieces of elder pith assume the same charge, they repel one another.
- The double pendulum is a simple electroscope.

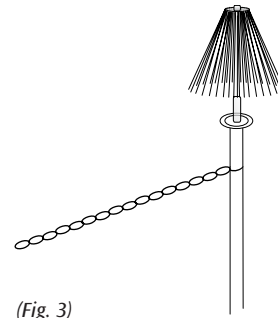


(Fig. 2)

#### 4.3 Bundle of tissue paper (Fig.3)

- Attach the bundle of tissue paper (8) to the stand, connect to the source of charge and gradually increase the charge.
- The strips of paper all repel one another and spread out to all sides to look like an umbrella frame.

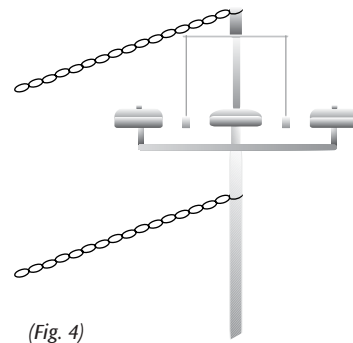
- The bundle of tissue paper is also a simple electroscope.



(Fig. 3)

#### 4.4 Bell chimes (Fig.4)

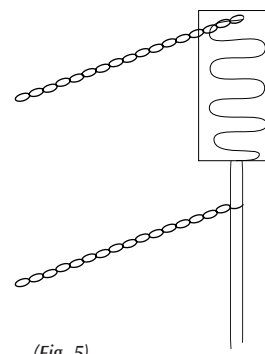
- Attach the bell chimes (16) to the stand, connect to the source of charge and gradually increase the charge until the hammers strike the bells.
- Be careful. Excessive charge can cause sparks between the mountings.
- The supply of charge causes the hammers to charge up and be attracted or repelled by the bells.
- When the hammers touch the bells, they discharge and swing back. The process starts again when they are loaded with the opposite charge.



(Fig. 4)

#### 4.5 Luminous pane (Fig.5)

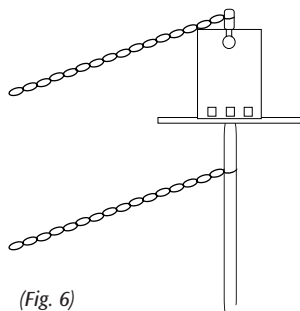
- Attach the luminous pane (1) to the stand, connect to the source of charge and gradually increase the charge.
- When the voltage is large sparks cross the spaces between the conductors of the pane.



(Fig. 5)

#### 4.6 Electrical dances (Fig.6)

- Attach the base plate (from 10) to the stand, put 5-8 pieces of elder pith on it and place the box with the spherical electrode over the top.
- Connect to the source of charge and gradually increase the charge until the pieces of pith begin to dance.
- Stop charging and observe what happens.
- Since the pieces are all charged to the same polarity as the base plate, they are repelled from it and either lose their charge or gain an opposite charge by coming close to the spherical electrode. They then fall back and the process begins again even if the flow of charge entering the experiment is halted, since there will still be sufficient charge remaining.

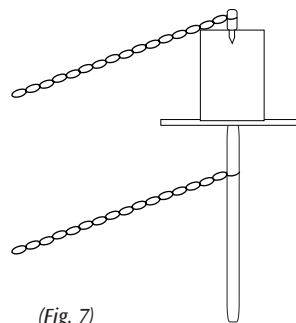


(Fig. 6)

#### 4.7 Smoke eater (Fig.7)

- Attach the base plate (from 10) to the stand, place the box with the pointed electrode over the top and connect to the source of charge.
- Blow smoke from a cigarette or a smouldering candle into the box.
- Slowly charge up until the smoke is sucked downwards.
- Repeat the process.
- The smoke particles are charged by the pointed electrode, repel one another and are attracted

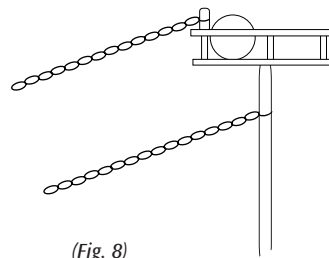
down to the base plate which has the opposite charge.



(Fig. 7)

#### 4.8 Rolling sphere race (Abb.8)

- Attach the base plate and the rolling sphere race (10) to the stand. Make sure the spacers of the sphere race are not inserted crookedly.
- Place the clean dry sphere onto the base plate so that its circumference touches the edge of the upper circular electrode.
- Connect to the source of charge and gradually increase the charge until the sphere is repelled and starts to roll. Too much charge only results in sparks.
- The sphere is charged with one polarity and then the other and the repeated charging and discharging produces force which causes it to roll.
- If the sphere only spins on its own axis, a slight push may be required.



(Fig. 8)

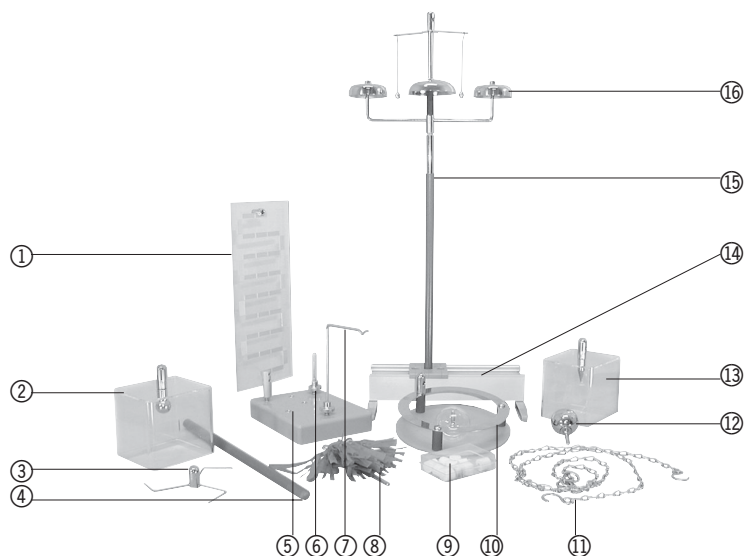




## Jeu d'appareils Electrostatique U8491500

### Instructions de service

11/07 ALF



En liaison avec une machine à influence (par ex. U15310) ou un générateur *van de Graaff* (par ex. U15300), ce jeu d'appareils permet de réaliser un grand nombre d'expériences, en partie historiques, portant sur des phénomènes électrostatiques.

#### 1. Consignes de sécurité

- Avant de les toucher, décharger les pièces de l'expérience.
- Avant de les toucher, décharger la machine à influence et le générateur *van de Graaff*.
- En cas d'utilisation d'un générateur *van de Graaff*, mettre la douille de masse à la terre.
- N'effectuer les expériences qu'avec des sources de haute tension dont le courant de court-circuit  $\leq 15 \mu A$ .

#### 2. Description, caractéristiques techniques

Les pièces de l'expérience sont équipées d'une broche de 4 mm et peuvent ainsi être montées rapidement sur un trépied isolé. La liaison avec la source de charge est assurée par les chaînes de raccord fournies ; il est également possible d'utiliser des câbles de raccord avec des fiches de 4 mm. Comme source de charge pour les expériences, nous recommandons la machine à influence U15310.

#### 2.1 Matériel fourni (voir la figure)

- ① Panneau lumineux
- ② Boîtier avec électrode à bille
- ③ Roue à pointe
- ④ Tige de friction, matière plastique, avec douille de 4 mm
- ⑤ Support de rangement
- ⑥ Roulement à aiguilles avec broches de contact
- ⑦ Double pendule en moelle de sureau avec trépied à crochet
- ⑧ Ecran en papier de soie sur tige
- ⑨ Pièces en moelle de sureau (boîte de 10)
- ⑩ Plaque de base sur broche de contact et dispositif de roulement de la bille
- ⑪ Chaînes de liaison (2 pièces)
- ⑫ Bille de conducteur  $\varnothing 30$  mm, avec broche
- ⑬ Boîtier avec électrode à pointe
- ⑭ Trépied
- ⑮ Tige de trépied isolée, avec douille de fixation et de raccord
- ⑯ Carillon

#### 3. Manipulation

- Les appareils n'offrent des résultats satisfaisants que s'ils sont propres et secs.
- Avant chaque expérience, décharger les pièces.
- Dans des conditions climatiques humides, il est re-

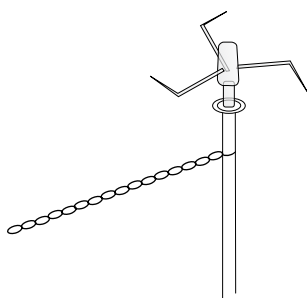
commandé d'utiliser un ventilateur.

- Enfiler les éléments de l'expérience sur le trépied et les relier à une machine à influence ou à un générateur *van de Graaff* à l'aide de chaînes de liaison.
- Observer les consignes de sécurité.

#### 4. Exemples d'expériences

##### 4.1 Décharge par pointe (Fig. 1)

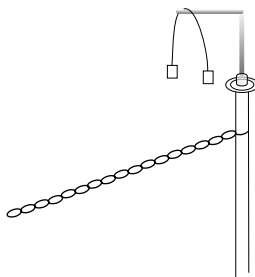
- Placer sur le trépied la roue à pointe (3) sur le roulement à aiguilles (6), établir la liaison avec la source de charge et transmettre la charge.
- La roue se met à tourner, car la charge sort plus rapidement des pointes et celles-ci agissent comme des buses.
- La vitesse de rotation augmente au fur et à mesure que la charge alimentée augmente.



(Fig. 1)

##### 4.2 Double pendule (Fig. 2)

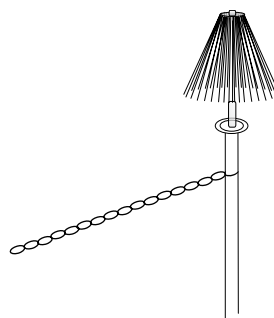
- Placer sur le trépied un double pendule en moelle de sureau du trépied à crochet (7), établir la liaison avec la source de charge et transmettre la charge.
- Comme les pièces en moelle de sureau se chargent avec la même polarité, elles se repoussent.
- Le double pendule est un électroscope simplifié.



(Fig. 2)

##### 4.3 Ecran en papier de soie (Fig. 3)

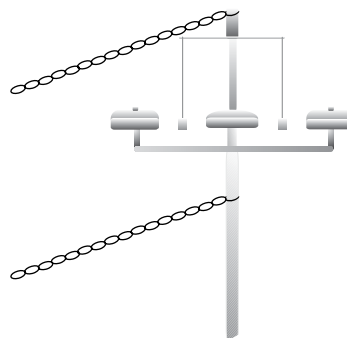
- Placer sur le trépied l'écran en papier de soie (8), établir la liaison avec la source de charge et augmenter lentement la charge.
- Les bandes de papier se repoussent, se dressent de tous les côtés et forment un écran.
- L'écran en papier de soie est également un électroscope simplifié.



(Fig. 3)

##### 4.4 Carillon (Fig. 4)

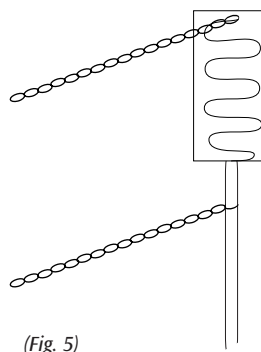
- Placer le carillon (16) sur le trépied, établir la liaison avec la source de charge et augmenter lentement la charge, jusqu'à ce que les battants frappent la cloche.
- Prudence ! Une trop forte charge provoque des décharges entre les supports.
- Des processus d'influence chargent les battants et ceux-ci sont attirés ou repoussés par les cloches.
- Lorsque le battant touche la cloche, il s'ensuit une décharge et le battant revient en arrière. Par une charge inverse, le processus recommence.



(Fig. 4)

##### 4.5 Panneau lumineux (Fig. 5)

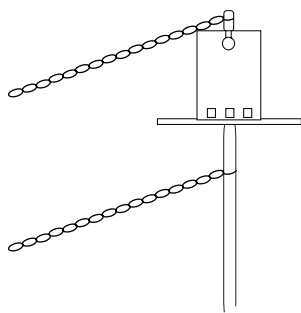
- Placer sur le trépied le panneau lumineux (8), établir la liaison avec la source de charge et augmenter lentement la charge.
- Une tension insuffisante entraîne des décharges à éclair par les espaces des conducteurs sur le panneau lumineux.



(Fig. 5)

#### 4.6 Sautillement électrique (Fig. 6)

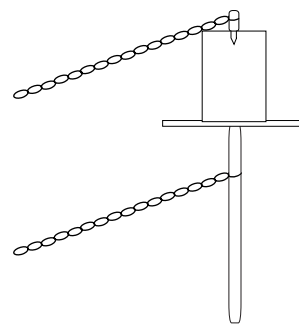
- Placer la plaque de base (de 10) sur le trépied, y poser les pièces en moelle de sureau (5-8 pièces) et placer par-dessus le boîtier avec l'électrode à bille.
- Etablir la liaison avec la source de charge et augmenter lentement la charge, jusqu'à ce que les pièces en moelle de sureau se mettent à sautiller.
- Interrompte l'alimentation et observer le processus.
- Par la charge de même polarité, les pièces en moelle de sureau sont repoussées de la plaque de base et cèdent leur charge ou sont chargées avec une polarité inverse dès qu'elles s'approchent de l'électrode. Elles retombent et le processus recommence malgré l'interruption de l'alimentation, car la charge au repos est suffisante.



(Fig. 6)

#### 4.7 Fumivore (Fig. 7)

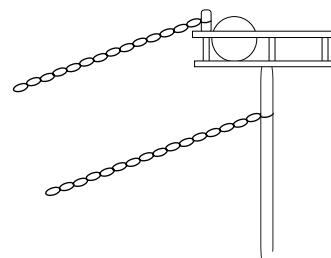
- Placer la plaque de base (de 10) sur le trépied, placer par-dessus le boîtier avec l'électrode à bille (13) et établir la liaison avec la source de charge.
- Insuffler dans le boîtier la fumée d'une cigarette ou de bougies parfumées.
- Procéder à une charge lente, jusqu'à ce que la fumée se soit précipitée.
- Répéter l'opération.
- Les particules de fumée sont chargées par l'électrode à pointe, se repoussent et se précipitent sur la plaque de base chargée avec une polarité inverse.



(Fig. 7)

#### 4.8 Dispositif de roulement de la bille (Fig. 8)

- Placer la plaque de base et le dispositif de roulement de la bille (10) sur le trépied. Veiller à ce que les pièces d'écartement du dispositif ne soient pas pliées.
- Poser la bille nettoyée et sèche sur la plaque de base de telle sorte qu'elle touche le bord de l'électrode circulaire supérieure.
- Etablir la liaison avec la source de charge et procéder à une charge lente, jusqu'à ce que la bille soit repoussée et se mette à se déplacer. De trop fortes charges provoquent des décharges.
- La bille est chargée à différentes polarités ; la force qui en résulte engendre un mouvement de déplacement et la bille est entièrement chargée et déchargée.
- Si la bille ne tourne qu'autour de son propre axe, il faudra la pousser.



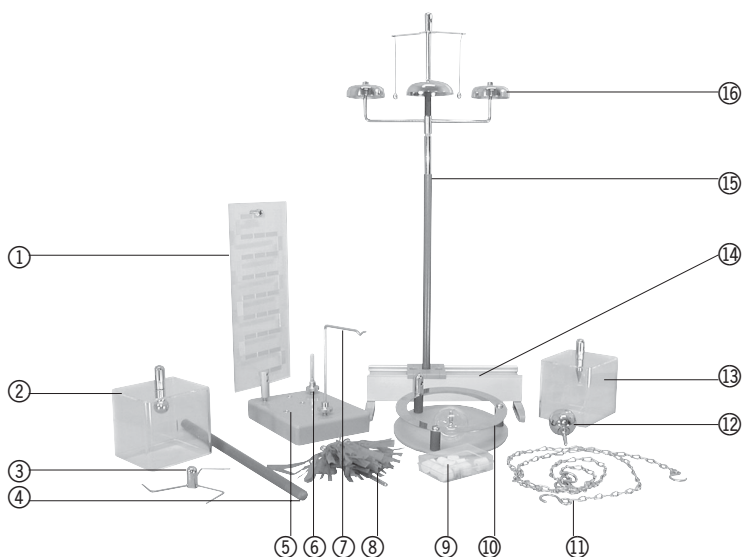
(Fig. 8)



## Kit per elettrostatica U8491500

### Istruzioni per l'uso

11/07 ALF



Con questo kit, unitamente ad una macchina elettrostatica (ad es. U15310) oppure ad un generatore di Van de Graaff (ad es. U15300) è possibile eseguire numerosi esperimenti in parte storici per l'analisi dei fenomeni elettrostatici.

#### 1. Norme di sicurezza

- Prima di toccarli, scaricare i componenti sperimentali.
- Prima di toccarli, scaricare la macchina elettrostatica ed il generatore di Van de Graaff.
- Se si utilizza un generatore di Van de Graaff collegare la presa di terra.
- Eseguire gli esperimenti solamente con sorgenti di alta tensione con corrente di cortocircuito = 15 mA.

#### 2. Descrizione, caratteristiche tecniche

I componenti sperimentali sono provvisti di spinotti da 4 mm e possono quindi essere montati su uno stativo isolato, con possibilità di essere sostituiti rapidamente. Per il collegamento alla fonte di carica sono disponibili le catene di connessione fornite in dotazione, ma si possono utilizzare anche i cavi per esperimenti con connettori da 4 mm. Come fonte di carica per gli esperimenti si consiglia la macchina elettrostatica U15310.

#### 2.1 Dotazione (ved. figura)

- ① lavagna luminosa
- ② alloggiamento con elettrodo a sfera
- ③ ruota della punta
- ④ asta di frizione, in plastica, con jack da 4 mm
- ⑤ supporto di stoccaggio
- ⑥ cuscinetto a rullini con spinotto
- ⑦ stativo a gancio per doppio pendolo in midollo di sambuco
- ⑧ fascio in carta seta su asta
- ⑨ palline di midollo di sambuco (10 pezzi per scatola)
- ⑩ piastra di base su spinotto e apparecchiatura per sfera in movimento
- ⑪ catene di connessione (2 pezzi)
- ⑫ sfera conduttrice 30 mm Ø, con spinotto
- ⑬ alloggiamento con elettrodo a punta
- ⑭ piede di supporto
- ⑮ asta di supporto, isolata, con presa di fermo e di connessione
- ⑯ carillon

#### 3. Utilizzo

- Gli apparecchi permettono di ottenere risultati soddisfacenti solamente se puliti e asciutti.
- Prima di ogni esperimento, scaricare i componenti

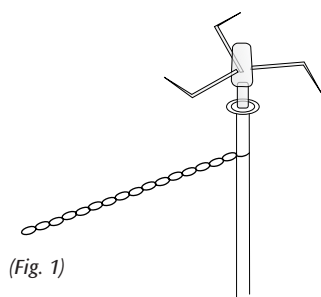
sperimentali.

- In condizioni climatiche di umidità si consiglia l'impiego di un ventilatore.
- Innestare le strutture sperimentali sullo stativo e collegarle ad una macchina elettrostatica o a un generatore di Van de Graaff mediante le catene di connessione.
- Osservare le norme di sicurezza

#### 4. Esempi di esperimenti

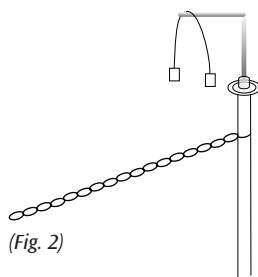
##### 4.1 Scarica della punta (fig.1)

- Montare la ruota della punta (3) sul cuscinetto a rullini (6) sullo stativo, creare un collegamento alla fonte di carica e trasmettere la carica.
- La ruota della punta incomincia a ruotare, poiché la carica scorre rapidamente dalle punte che agiscono da ugelli.
- Incrementando l'alimentazione della carica, aumenta la velocità del moto rotatorio.



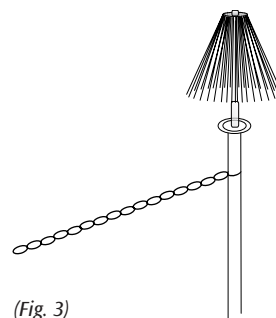
##### 4.2 Doppio pendolo (fig. 2)

- Appendere allo stativo un doppio pendolo in midollo di sambuco sullo stativo a gancio (7), creare un collegamento alla fonte di carica e trasmettere una carica.
- Poiché le parti in midollo di sambuco si caricano con lo stesso nome, si respingono.
- Il doppio pendolo è un semplice elettroscopio.



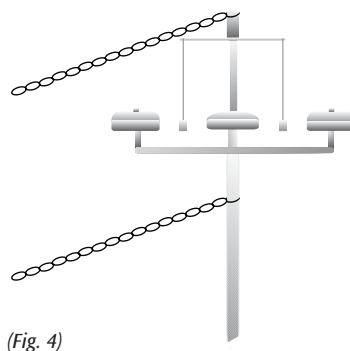
##### 4.3 Fascio in carta seta (fig. 3)

- Montare il fascio in carta seta (8) sullo stativo, creare il collegamento alla fonte di carica ed incrementare lentamente la quantità di carica inviata.
- Le strisce di carta si respingono reciprocamente, si drizzano su tutti i lati creando uno schermo
- Anche il fascio in carta seta è un semplice elettroscopio.



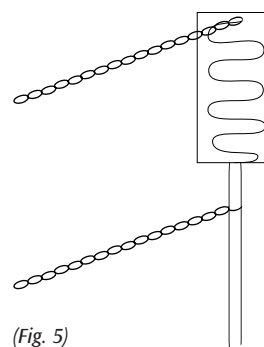
##### 4.4 Carillon (fig. 4)

- Montare il carillon (16) sullo stativo, creare il collegamento alla fonte di carica ed incrementare lentamente la quantità di carica inviata, fino a quando i battagli battono contro la campana.
- Attenzione! Una quantità eccessiva di carica determina scariche disruptive tra i supporti.
- I battagli si caricano mediante processi elettrostatici e vengono attirati e/o respinti dalle campane.
- Quando il battaglio tocca le campane si produce una scarica che fa oscillare all'indietro il battaglio. Il processo inizia nuovamente mediante carica contraria.



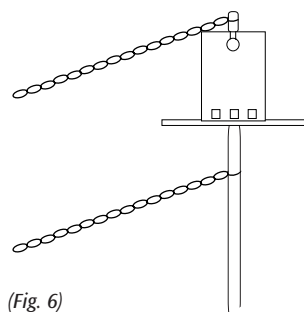
##### 4.5 Lavagna luminosa (fig. 5)

- Montare la lavagna luminosa (1) sullo stativo, creare il collegamento alla fonte di carica ed incrementare lentamente la quantità di carica inviata.
- Con una tensione sufficientemente alta si producono scariche luminose attraverso gli interspazi dei tracciati dei conduttori sulla lavagna luminosa.



#### 4.6 Ballo elettrico (fig. 6)

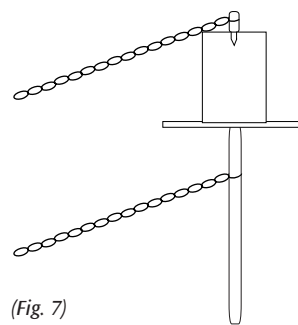
- Montare la piastra di base (dal 10) sullo stativo, collocarvi sopra le parti in midollo di sambuco (5-8 pezzi) e porvi sopra l'alloggiamento con elettrodo a sfera.
- Creare il collegamento alla fonte di carica ed incrementare lentamente la quantità di carica inviata, fino a quando le parti in midollo di sambuco incominciano a ballare.
- Interrompere l'alimentazione della carica ed osservare il processo.
- Le parti in midollo di sambuco vengono respinte dalla piastra di base per la carica con lo stesso nome e cedono la loro carica e/o vengono caricate in modo inverso, se si avvicinano all'elettrodo a sfera. Cadono all'indietro ed il processo inizia da capo nonostante l'interruzione dell'alimentazione della carica, poiché è ancora presente una quantità sufficiente di carica statica.



#### 4.7 Apparecchio per l'assorbimento del fumo (fig. 7)

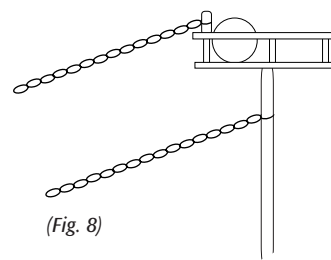
- Montare la piastra di base (dal 10) sullo stativo, spingervi sopra l'alloggiamento con elettrodo a sfera (13) e creare il collegamento alla fonte di carica
- Soffiare nell'alloggiamento il fumo di una sigaretta o di una candela fumogena.
- Alimentare lentamente le cariche, fino a quando il fumo il fumo precipita.
- Ripetere il processo.
- Le particelle di fumo vengono caricate mediante

l'elettrodo a sfera, si respingono e precipitano sulla piastra di base con carica opposta.



#### 4.8 Apparecchiatura per sfera in movimento (fig. 8)

- Montare la piastra di base e l'apparecchiatura per sfera in movimento (10) sullo stativo. Fare attenzione che i distanziali dell'apparecchiatura per sfera in movimento siano inseriti senza creare spigoli.
- Collocare la sfera pulita e asciutta sulla piastra di base in modo tale che tocchi il bordo dell'elettrodo circolare superiore.
- Creare il collegamento alla fonte di carica ed alimentare lentamente le cariche, fino a quando la sfera viene respinta ed incomincia a muoversi. Quantità eccessive di carica producono solamente scariche disruptive.
- La sfera viene caricata in modo diverso e l'effetto dinamico risultante determina un movimento di corsa, per il quale la sfera si carica e scarica continuamente.
- Nel caso in cui la sfera ruoti solamente intorno al proprio asse, è necessario un impulso.



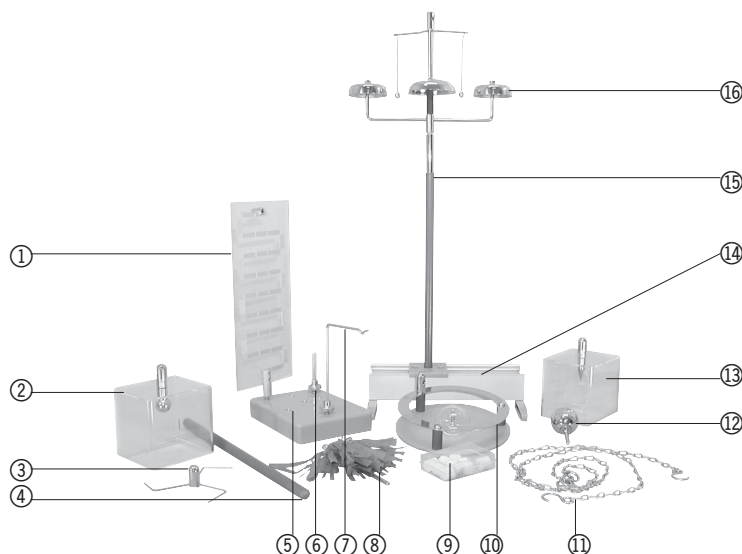




## Juego de equipos de electrostática U8491500

### Manual de instrucciones

11/07 ALF



Con este juego de equipos se pueden ejecutar numerosos experimentos, algunos de estos históricos, para analizar los fenómenos electrostáticos en conexión con un generador electrostático, (por ejemplo el U15310) o con un generador de banda (por ejemplo el U15300).

#### 1. Advertencias de seguridad

- Descargar las piezas de experimentación antes de tocarlas.
- Descargar el generador electrostático y el generador de banda antes de tocarlos.
- Al usar un generador de banda, conectar a tierra la clavija de medición.
- Realizar los experimentos solamente con fuentes de alta tensión que tengan una corriente de cortocircuito  $\leq 15 \mu\text{A}$ .

#### 2. Descripción, datos técnicos

Las piezas de experimentación están dotadas de clavijeros de cuatro milímetros, por lo pueden montarse en un soporte aislado, de forma rápida. Para efectuar la conexión a la toma de carga, se tiene a disposición las cadenas de conexión, incluidas en el suministro, pero también se pueden utilizar los cables de co-

nexión con clavijeros de 4mm. Aconsejamos usar el generador electrostático U15310 como fuente de carga para los experimentos.

#### 2.1 Volumen de suministro (véase figura)

- 1 Tablero de destellos
- 2 Cubierta con electrodos esféricos
- 3 Rueda con punta
- 4 Barra de fricción, de plástico, con clavijero de 4mm.
- 5 Soporte de depósito
- 6 Rodamiento de agujas con clavija de conexión
- 7 Soporte con gancho para péndulo doble de bolitas de saúco
- 8 Clavija de conexión en pantalla de seda en varilla
- 9 Trozos de médula de saúco (10 unidades en una cajita)
- 10 Tablero de base en clavija de conexión y carril de rodamiento con bolas
- 11 Cadenas de conexión (2 piezas)
- 12 Esfera conductora de 30mm Ø, con clavija de conexión
- 13 Cubierta con electrodos de punta
- 14 Pie de soporte
- 15 Varilla de soporte, aislada, con manguitos de soporte y de conexión
- 16 Juego de campanas

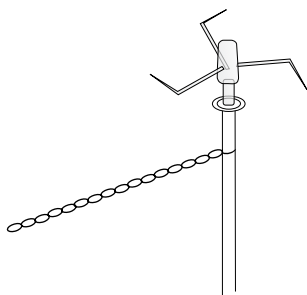
### 3. Operación

- Los equipos permiten buenos resultados experimentales, solamente si éstos se realizan bajo condiciones de limpieza y ausencia de humedad.
- Descargar las piezas de experimentación antes de cada prueba.
- Se aconseja emplear un ventilador si hay condiciones climáticas de humedad.
- Encajar las piezas de experimentación sobre el soporte y conectarlas, mediante las cadenas de experimentación, a un generador electrostático o a un generador de banda.
- Tomar en cuenta las advertencias de seguridad

### 4. Ejemplos de experimentos

#### 4.1 Descarga de punta (fig.1)

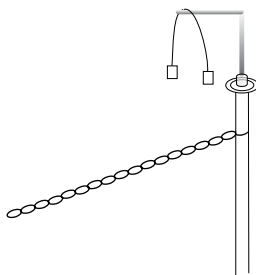
- Colocar la rueda de punta (3) sobre el rodamiento de agujas (6) en el soporte, conectar la fuente de carga y transmitir la carga.
- La rueda con punta empieza a girar, debido a que la carga fluye rápidamente de las puntas y éstas tienen un efecto propulsor.
- Al aumentar la carga aplicada, aumenta la velocidad de rotación.



(Figura. 1)

#### 4.2 Péndulo doble (fig.1)

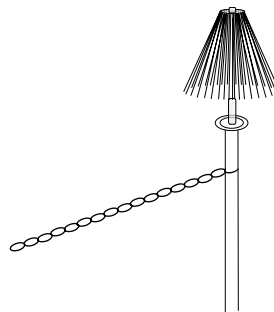
- Colgar del soporte un péndulo doble de bolitas de saúco en soporte con gancho (7), conectar a la fuente de carga y transmitir una carga a través de ésta.
- Debido a que las bolitas de saúco se cargan con la misma polaridad, éstas se repelen.
- El péndulo doble es un electroscopio simple.



(Figura. 2)

#### 4.3 Clavija de conexión en pantalla de seda (fig. 3)

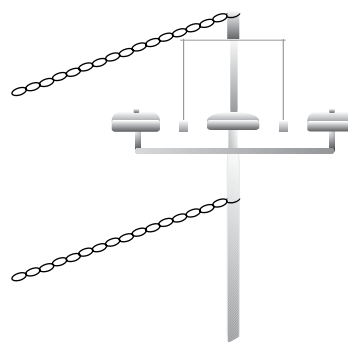
- Colocar la clavija de conexión en pantalla de seda (8) sobre el soporte, conectar a las fuentes de carga y acrecentar lentamente la carga aplicada.
- Las tiras de papel se repelen entre sí, se reparten por todos lados, creando una pantalla.
- La clavija de conexión en pantalla de seda también es un electroscopio simple.



(Figura. 3)

#### 4.4 Juego de campanas (fig. 4)

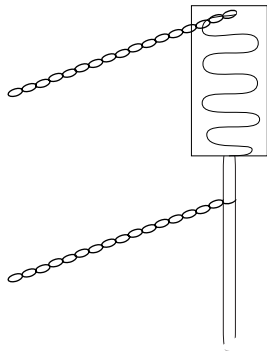
- Colocar sobre el juego de campanas (16), conectar la fuente de carga y aumentar lentamente la carga suministrada hasta que los badajos golpeen las campanas.
- ¡Atención! Una carga demasiado alta conduce a una descarga entre los soportes.
- Mediante los procesos electrostáticos se cargan los badajos, y son atraídos o repelidos por las campanas.
- Si el badajo entra en contacto con las campanas se descarga y oscila de regreso. Al hacer una carrera contraria, el proceso empieza de nuevo.



(Figura. 4)

#### 4.5 Tablero de destellos (fig. 5)

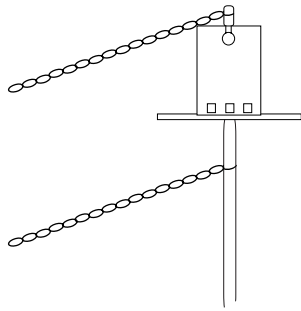
- Colocar el tablero de destellos (1) en el soporte, conectar las fuentes de carga y aumentar lentamente el volumen de la carga suministrada.
- Si existe una tensión lo suficientemente alta, se producen descargas de destellos a través de los espacios libres del tablero de destellos.



(Figura. 5)

#### 4.6 Danza eléctrica (fig. 6)

- Colocar el tablero de base (en 10) sobre el soporte, colocar sobre él bolitas de saúco (de 5 a 8 unidades), y poner encima la cubierta con electrodos esféricos invertida.
- Conectar la fuente de carga y aumentar lentamente la cantidad de carga suministrada, hasta que los trozos de médula del saúco empiecen a bailar.
- Interrumpir el suministro de carga y observar el proceso.
- Mediante una carga de la misma polaridad, el tablero de base repele los trozos de saúco y éstos pierden o adoptan la carga contraria cuando se aproximan a los electrodos esféricos. Caen de nuevo y el proceso empieza otra vez, a pesar de que el suministro de energía se ha interrumpido, ya que todavía existe una suficiente carga residual.

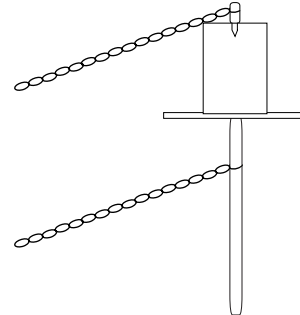


(Figura. 6)

#### 4.7 Aparato fumívoro (fig. 7)

- Colocar el tablero de base (en 10) sobre el soporte, invertir sobre éste la cubierta con electrodos de punta y conectar la fuente de carga.
- Hacer penetrar en la cubierta el humo de un ci-

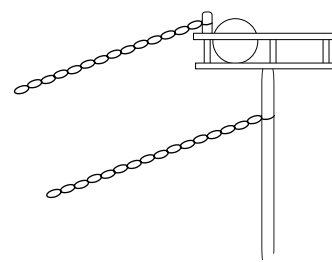
- garro o de una vela de humo.
- Suministrar lentamente la carga. hasta que el humo se asiente en el fondo.
- Repetir el proceso.
- Los electrodos de punta cargan las partículas de humo, éstas chocan entre sí y caen sobre el tablero de base que tiene carga opuesta.



(Figura. 7)

#### 4.8 Carril de rodamiento con bolas (fig. 8)

- Colocar sobre el soporte la placa de base (10) y el carril de rodamiento de bolas. Al hacerlo, asegúrese de que los distanciadores del carril de rodamiento con bolas no caigan hacia un lado.
- Colar la bola, limpia y seca, sobre la placa de base de tal manera que entre en contacto con el canto del electrodo esférico superior.
- Conectar la fuente de alimentación y suministrar lentamente la carga, hasta que la esfera sea repelida y empiece a moverse. Un suministro de carga demasiado alto conduce solamente a descargas eléctricas.
- La esfera se carga de manera diferente, y a través de este esfuerzo dinámico resultante se produce un movimiento motriz, en el cual la esfera se carga y se descarga continuamente.
- En caso de que la esfera gire tan sólo sobre su propio eje, es necesario darle un empuje.



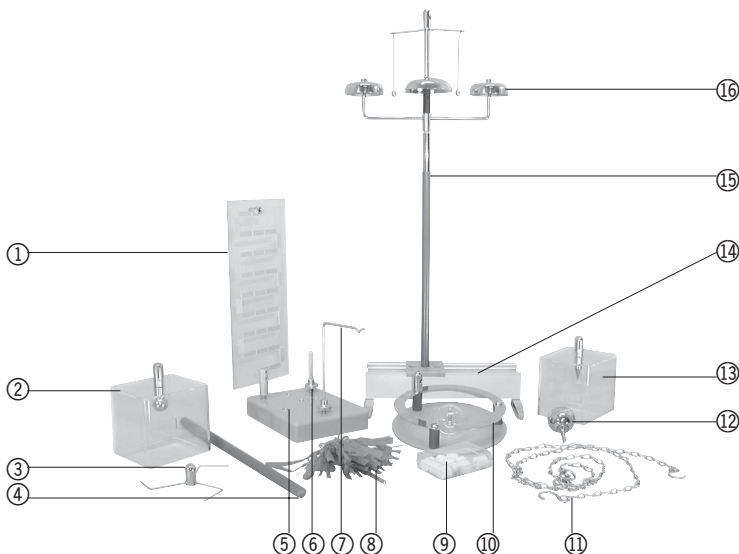
(Figura. 8)



## Conjunto de aparelhos de eletrostática U8491500

### Manual de instrucciones

11/07 ALF



Com este conjunto de aparelhos, em associação com uma máquina de influência (por exemplo, U15310) ou com uma máquina de correia (gerador de van de Graaf, por exemplo, U15300), pode-se realizar um grande número de experiências, em parte históricas, para a pesquisa de fenômenos eletrostáticos.

#### 1. Indicações de segurança

- Descarregar as peças experimentais antes de toca-las.
- Descarregar a máquina de influência e de correia antes de toca-las.
- Ao utilizar uma máquina de correia conectar o fio terra.
- Só executar experiências com uma fonte de alta tensão cuja intensidade de corrente de curto-circuito equivale a  $\leq 15 \mu\text{A}$ .

#### 2. Descrição, dados técnicos

As peças experimentais estão equipadas de plugues de 4 mm, podendo assim serem trocadas rapidamente e montadas sobre um tripé isolado. Para a conexão com a fonte de carga elétrica encontram-se as correntes de

conexão incluídas no fornecimento, mas também podem ser utilizados os plugues de 4 mm. Recomendamos o uso da máquina de influência U15310 como fonte de carga elétrica.

#### 2.1 Fornecimento (veja ilustração)

- ① Chapa de relâmpago
- ② Caixa com eletrodo esférico
- ③ Roda de pontas
- ④ Vara de fricção, plástico, com tomada de 4 mm
- ⑤ Cavalete de armazenamento
- ⑥ Armazém de agulhas com pino macho
- ⑦ Tripé com gancho para pêndulo duplo de sabugo
- ⑧ Bucho de papel de seda em vara
- ⑨ Cortes de sabugo (10 unidades na caixa)
- ⑩ Placa base sobre pino macho e percurso para esferas
- ⑪ Correntes de conexão (2 unidades)
- ⑫ Esfera condutora de 30 mm Ø, com pino macho
- ⑬ Caixa com eletrodos
- ⑭ Tripé
- ⑮ Vara do tripé, isolada, com tomada de sustentação e de conexão
- ⑯ Jogo de sinos

### 3. Utilização

- Os aparelhos só proporcionam resultados experimentais satisfatórios quando se encontram secos e limpos.
- Descarregar as peças experimentais antes de cada ensaio.
- Sob condições climáticas úmidas, recomenda-se o uso de um ventilador.
- Instalar a montagem experimental sobre o tripé e conectar com a máquina de influência ou com a máquina de correia por meio das correntes de conexão.
- Levar em conta as indicações de segurança.

### 4. Exemplos de experiências

#### 4.1 Descarga por pontas (Ilustr. 1)

- Colocar a roda de pontas (3) sobre o armazém de agulhas (6) e sobre o tripé, estabelecer a conexão com a fonte de carga elétrica, logo transmitir a carga.
- A roda de pontas começa a girar, já que a carga flui rapidamente das pontas e estas passam a agir como jatos.
- Com o aumento da carga transmitida a velocidade do movimento giratório se acelera.

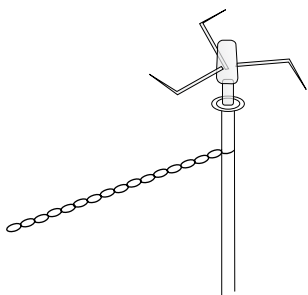


Ilustração 1

#### 4.2 Pêndulo duplo (Ilustr. 2)

- Pendurar um pêndulo duplo de sabugo no cavalete com gancho no tripé, estabelecer a conexão com a fonte de carga elétrica e transmitir uma carga.
- Já que as peças de sabugo assumem a mesma carga nominal, elas se repelem.
- O pêndulo duplo é um eletroscópio simples.

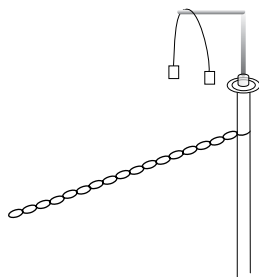


Ilustração 2

#### 4.3 Buchos de papel de seda (Ilustr.3)

- Colocar o bucho de papel de seda (8) sobre o tripé, estabelecer o contato com a fonte de carga elétrica e aumentar lentamente a intensidade da carga induzida.
- As fitas de papel repelem-se umas às outras, eriçam-se para todos os lados e assumem a forma de um guarda-chuva.
- O bucho de papel de seda também é um eletroscópio simples.

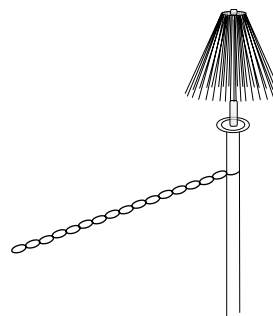


Ilustração 3

#### 4.4 Jogo de sinos (Ilustr.4)

- Colocar o jogo de sinos (16) no tripé, estabelecer a conexão com a fonte de carga elétrica e aumentar lentamente a carga até que os badalos batam nos sinos.
- Cuidado! Uma intensidade excessiva de carga elétrica leva a choques entre os suportes.
- Através de processos de influência, os badalos carregam-se e são atraídos ou repelidos pelos sinos.
- Pelo contato do badalo com o sino resulta uma descarga e ele balança de volta. Por uma carga inversa o processo volta a recomeçar.

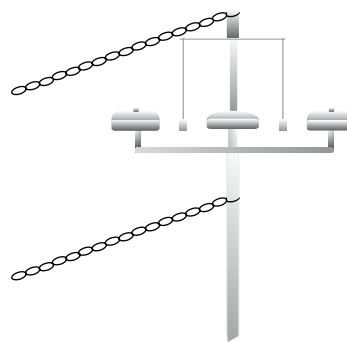


Ilustração 4

#### 4.5 Chapa de relâmpago (Ilustr. 5)

- Instalar a chapa de relâmpago (1) no tripé, estabelecer o contato com a fonte de carga e aumentar lentamente a carga induzida.
- Com uma tensão suficientemente alta, surgem descargas de relâmpagos nos espaços entre os elementos condutores sobre a chapa de relâmpago.

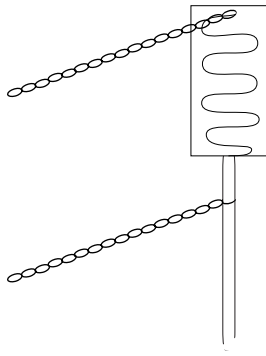


Ilustração 5

#### 4.6 Dança elétrica (Ilustr. 6)

- Instalar a placa base (de 10) sobre o tripé, colocar as peças de sabugo (5 a 8 peças) sobre a placa e pôr a caixa com os eletrodos por cima.
- Estabelecer o contato com a fonte de carga elétrica e aumentar lentamente a carga induzida, até que as peças de sabugo comecem a dançar.
- Interromper a transmissão de carga e observar o processo.
- Através de uma carga nominalmente igual, as peças de sabugo são repelidas pela placa base e transmitem a sua carga ou invertem a sua carga quando se aproximam dos eletrodos esféricos. Elas caem de volta, e o processo recomeça apesar da interrupção da transmissão de carga, já que ainda se encontra suficiente carga estática presente.

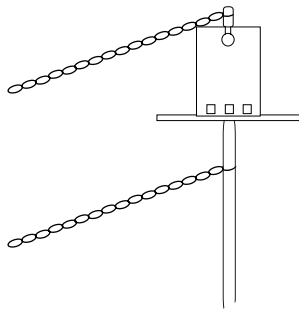


Ilustração 6

#### 4.7 Consumidor de fumaça (Ilustr. 7)

- Instalar a placa base (de 10) sobre o tripé, pôr a caixa com os eletrodos (13) por cima e estabelecer o contato com a fonte de carga elétrica.
- Introduzir a fumaça de um cigarro ou de uma vela

de defumação na caixa.

- Induzir cargas elétricas lentamente, até que a fumaça caia.
- Repetir a operação.
- As partículas de fumaça são carregadas pelos eletrodos em ponta, repelem-se umas às outras e se concentram sobre a placa base de carga inversa.

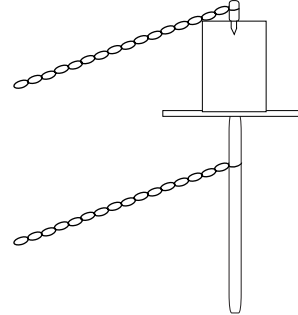


Ilustração 7

#### 4.8 Percorso de esferas (Ilustr. 8)

- Colocar a placa base e o percurso de esferas (10) sobre o tripé. Ao fazê-lo prestar atenção para que as peças de distanciamento do percurso de esferas estejam inseridas sem estar fixados.
- Colocar a esfera, limpa e seca, na placa base de forma que ela toque a beira dos eletrodos circulares superiores.
- Estabelecer o contato com a fonte de carga elétrica até que a esfera seja repelida e comece a rolar. Uma carga excessiva só levaria a esfera a saltar.
- A esfera é carregada de forma irregular e por causa do efeito de força resultante ocorre a movimentação da esfera, pelo qual esta carrega-se e descarrega-se constantemente.
- Caso a esfera só efetue um movimento de rotação sobre o próprio eixo, será necessário um impulso.

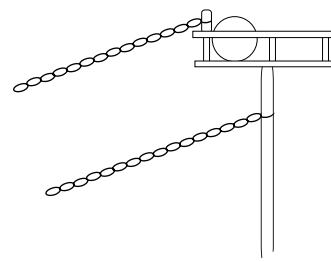


Ilustração 8

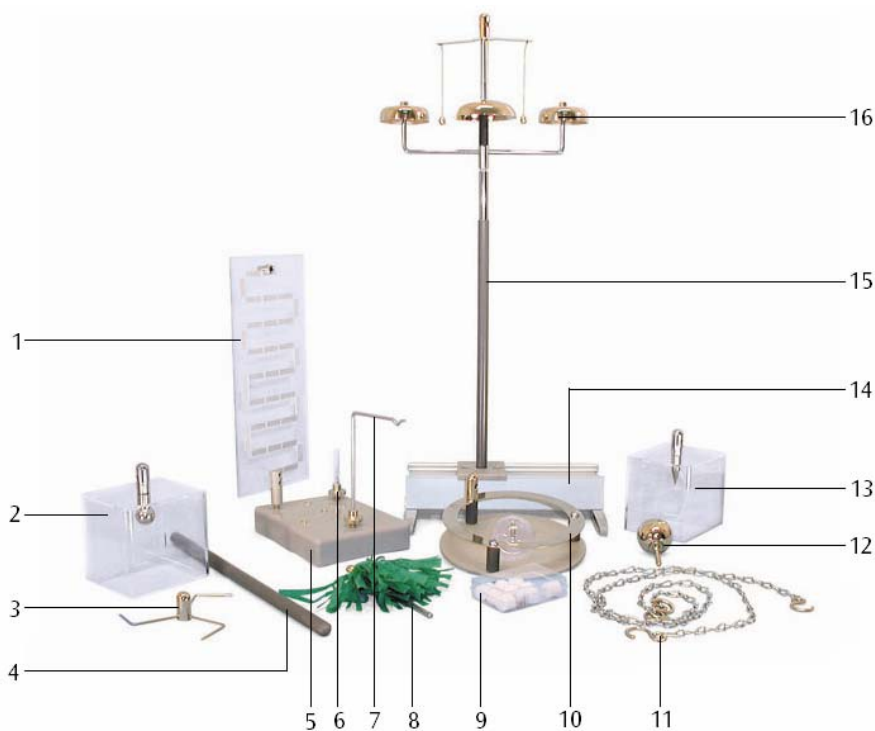




## Набор приборов по электростатике U8491500

### Руководство по эксплуатации

04/03 ALF



- |   |  |    |   |
|---|--|----|---|
| 1 | Доска-молния   | 10 | Опорная плита на штепсельной вилке и беговой дорожке шариков      |
| 2 | Футляр со сферическими электродами                       | 11 | Соединительная цепь (2 штуки)                                     |
| 3 | Колесо со спицами  | 12 | Шарик-проводник с диаметром 30 мм, с штепсельной вилкой           |
| 4 | Палочка для трения, пластик, с 4 мм насадкой             | 13 | Футляр с игольчатыми электродами                                  |
| 5 | Место установки  | 14 | Ножка штатива   |
| 6 | Игольчатый подшипник со штепсельной вилкой               | 15 | Палка штатива, изолированная, с опорной и соединительной насадкой |
| 7 | Штатив-крючок для двойного маятника из сердцевины бузины | 16 | Металлофон  |
| 8 | Насадка из шелковой бумаги на палке                      |    |   |
| 9 | Палочка из сердцевины бузины (10 штук в коробке)         |    |   |

## 1. Безопасность

- Разрядить перед прикосновением детали для эксперимента.
- Разрядить перед прикосновением электростатический генератор и ленточный электростатический генератор.
- Перед использованием ленточного электростатического генератора заземлить массу.
- Опыты проводить только с использованием источников высокого напряжения, ток короткого замыкания которых составляет  $\leq 15 \mu\text{A}$ .

## 2. Описание

При помощи набора приборов по электростатике вместе с электростатическим генератором (например, U15310) или ленточным электростатическим генератором (например, U15300) можно провести отчасти исторические опыты по исследованию электростатических феноменов.

Детали для экспериментов снабжены 4 мм штепсельными вилками и могут, таким образом быстро меняясь, монтироваться на изолированном штативе. Для соединения с зарядным источником в комплекте имеется соединительная цепь, однако также могут использоваться кабель для эксперимента с 4 мм штепселя. В качестве зарядного источника мы рекомендуем электростатический генератор U15310.

## 3. Приведение в действие

Приборы дают удовлетворительные результаты опытов, находясь только в чистом сухом состоянии.

- Детали для эксперимента разряжать перед каждым опытом.
- Во влажных климатических условиях советуется использовать вентилятор.
- Установить экспериментальную конструкцию на штатив и посредством соединительной цепи связать с электростатическим генератором или ленточным электростатическим генератором.
  - Соблюдайте меры предосторожности.

## 4. Пример опыта

### 4.1. Разрядка спицы (рисунок 1)

- Колесо со спицами (3) на игольчатом подшипнике (6) насадить на штатив, сделать соединение с источником зарядки и перенести заряд.

Колесо со спицами начинается вращаться, так как из спиц быстро исходит зарядка и они действуют как насадки (форсунки).

С увеличением применяемой зарядки увеличивается скорость вращательного движения.

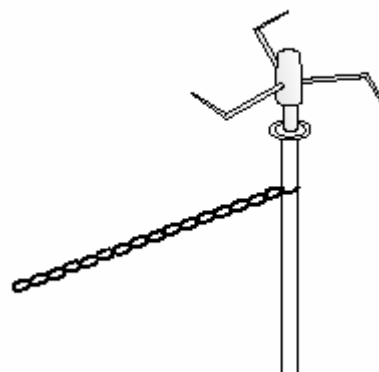


Рисунок 1

### 4.2. Двойной маятник (рисунок 2)

- Двойной маятник из сердцевины бузины на крючке (7) повесить на штатив, сделать соединение с источником зарядки и перенести на это заряд.

Так как палочки из сердцевины бузины заряжаются одинаковым зарядом, они отталкиваются.

Двойной маятник представляет собой простой электроскоп.

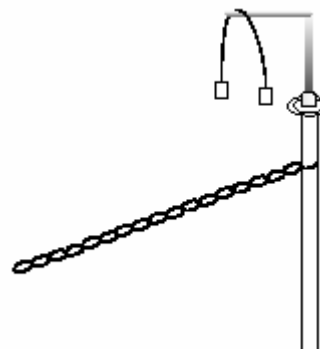


Рисунок 2

#### 4.3 Насадка из шелковой (папиросной) бумаги (рисунок 3)

- Насадку из шелковой бумаги (8) поместить на штатив, сделать соединение с источником зарядки и медленно увеличить прилагаемый заряд.

Полоски бумаги отталкиваются в разные стороны, топорщатся и образуют ширму.

Насадка из шелковой бумаги также является простым электроскопом.

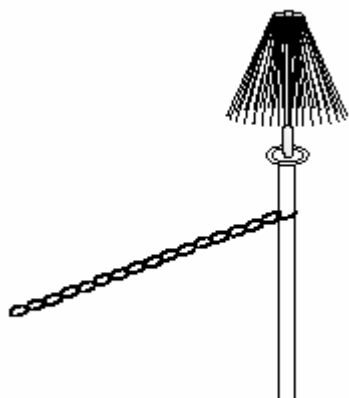


Рисунок 3

#### 4.4 Металлофон (рисунок 4)

- Металлофон (16) установить на штатив, сделать соединение с источником зарядки и медленно увеличить прилагаемый заряд, пока не начнут биться язычок колокольчика.

Осторожно! Слишком высокий заряд приведет к опрокидыванию между фиксаторами.

Посредством индукционных процессов язычки заряжаются и притягиваются или отталкиваются колокольчиками.

При соприкосновении язычка с колокольчиком происходит разрядка, и он отходит назад. Посредством обратной зарядки процесс начинается заново.

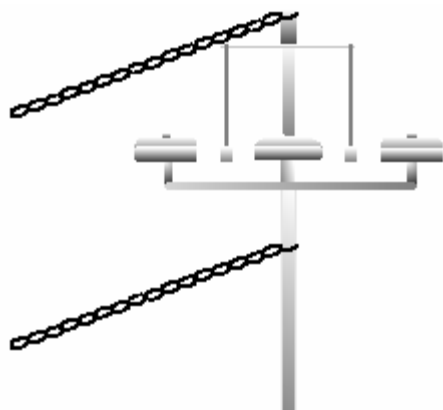


Рисунок 4

#### 4.5 Доска-молния (рисунок 5)

- Доска молния (1) устанавливается на штатив, сделать соединение с источником зарядки и медленно увеличить прилагаемый заряд.

При достаточном высоком напряжении происходит электрический (грозовой) разряд через промежуточное пространство токопроводящих дорожек на доску-молнию.

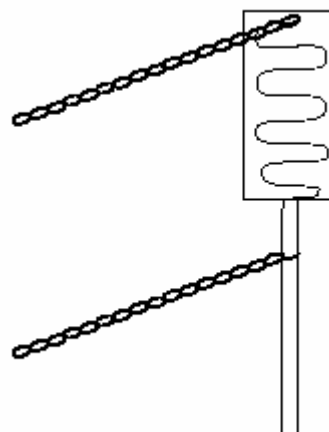


Рисунок 5

#### 4.6 Электрический танец (рисунок 6)

- Опорную плиту (из 10) установить на штатив, положить на нее палочки из сердцевинки бузины (5-8 штук) и поверх накрыть футляром со сферическими электродами.
- Сделать соединение с источником зарядки и медленно увеличить прилагаемый заряд, пока палочки из бузины не начнут танцевать.
- Прервать подачу заряда и наблюдать за процессом.

Посредством одноименной зарядки палочки из бузины отталкиваются от опорной плиты и отдают свой заряд или наоборот заряжаются, когда она находится вблизи от сферических электродов. Они падают назад, и процесс начинается снова, несмотря на прерванную подачу зарядки, так как достаточно имеется неподвижного заряда.

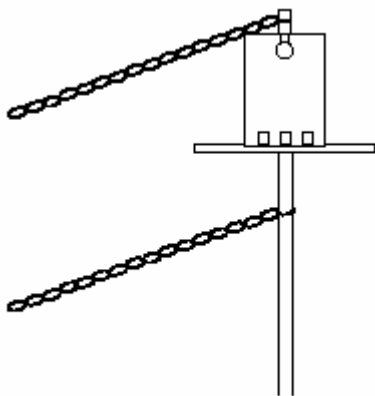


Рисунок 6

#### 4.7 Дымопоглотитель (рисунок 7)

- Опорную плиту (из 10) установить на штатив, поверхность накрыть футляром с игольчатыми электродами (13) и сделать соединение с источником зарядки.
- Надуть дым сигареты или курительной свечки в футляр.
- Медленно подавать зарядку, пока дым не уляжется.
- Повторить процесс

Частицы дыма заряжаются посредством игольчатых электродов, отталкиваются и ложатся на опорную плиту, имеющую противоположенный заряд.

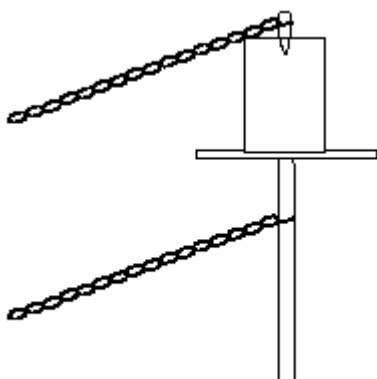


Рисунок 7

#### 4.8 Беговая дорожка шариков (рисунок 8)

- Опорную плиту и беговую дорожку шариков установить на штатив. При этом обращать внимание на то, чтобы промежутки беговой дорожки не были перекошенными.
- Чистый и сухой шарик положить на плиту так, чтобы он касался края верхнего крестообразного электрода.
- Сделать соединение с источником зарядки и медленно давать заряды, пока шарик не будет отталкиваться и не начнет бегать. Слишком высокий заряд приведет только переверачиванию.

Шарик заряжается по-разному и на основании этого возникающее силовое воздействие приводит к беговому движению, при этом он постоянно заряжается и разряжается.

Когда шарик вращается только вокруг своей оси, требуется толчок.

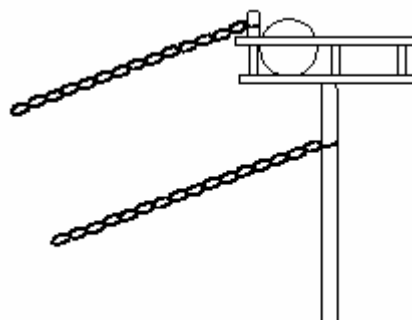


Рисунок 8