

DOCUMENTATION TECHNIQUE DU GÉNÉRATEUR ÉLECTROSTATIQUE VAN DE GRAAF LEYBOLD

FICHE N° 3720

PRÉSERVER
SAUVEGARDER
VALORISER

Période de fabrication : 1950-1974

Fabricant : Leybold

Domaines : Physique

Sous-domaines : Electricité

Organisme : Université de Rennes

Ville : Rennes

Modèle : générateur électrostatique

Matériaux :

Description

Cette documentation technique du générateur électrostatique Van de Graaf était fournie par le constructeur Leybold et accompagnait l'appareil. Rédigée en trois langues (allemand, français, anglais), elle décrivait précisément l'appareil, ses principales caractéristiques, son fonctionnement et les connexions, ainsi que l'entretien. Elle était précieuse car elle donnait aussi des références d'expériences à réaliser;

Utilisation

Cette machine de Van de Graaf était utilisée en travaux pratiques de physique pour des montages de préparation aux concours de CAPES et d'Agrégation, à la faculté des sciences de Rennes . Elle servait à produire des décharges électrostatiques de haute tension et pouvait fournir des étincelles.

Un générateur de Van de Graaff est une machine électrostatique inventée par Robert Van de Graaff au début des années 1930 qui permet d'atteindre des tensions continues très élevées, mais des courants de faible intensité.



sen, die exzentrisch an den Befestigungspunkten ansetzen. Nach Lockern der Gegenmutter kann mit einem Schraubenzieher die Walzenlage geändert werden. Nach einigen Proben findet man die richtige Lage und zieht dann die Gegenmutter wieder fest.

5. Versuche

Elektrisches Feld um eine Kugel
DK 537.211;

Elektrische Niveauflächen um eine Kugel
DK 537.213;

Anziehung einer Ladung von einer geladenen Kugel (Bildkraft)
DK 537.217; b

Anänderung der Bildkraft im elektrischen Feld einer Kugel DK 537.217; c

Messung der Elektrizitätsmenge einer geladenen Kugel DK 537.214;

Außer diesen Versuchen dient der Bandgenerator als Hilfsgerät für die meisten elektrostatischen Versuchsanordnungen sowie für:

Aufladung von Hochspannungskondensatoren (538.82) und Leyden Flaschen (544.02)

Spannungsquelle für die meisten Versuche mit dem Wulf-Elektroskop (546.01 a)

Betrieb von Entladungsröhren und kleinen Röntgenröhren

Spannungsquelle für das Feldelektronen-Mikroskop (554.60).

Die Arbeitsweise des Bandgenerators ist aus dem Schaltplan längs des Bandes sowie den Sprüh- und Leuchterscheinungen in vollständig dunklen Zimmer gut zu demonstrieren.

eccentrically on the mounting pivots. After loosening the lock nut, the position of the rollers can be adjusted by means of a screwdriver. The correct position will be found after a few trials, and then the lock nut must be tightened up again.

5. Experiments

Electric field around a sphere
DC 537.211

Electric potential lines around a sphere DC 537.213

Attraction of a charge by an earthed sphere (image force) DC 537.217; b

Adjustment of image force in the electric field of a sphere DC 537.217; c

Measuring the amount of electricity in a charged sphere DC 537.214

In addition to these experiments, the van de Graaf generator may be used as an auxiliary apparatus in most experiments on electrostatics, e.g.

Charging of high-tension condensers (538.82) and Leyden jars (544.02)

Source of voltage for most of the experiments carried out with Wulf's electroscope (546.01 a)

Operation of discharge tubes and small X-ray tubes

Source of tension for the field emission electron microscope (554.60).

The way in which the van de Graaf generator operates can be demonstrated extremely well from the creepage sparks along the band, and with the aid of the luminous and brush-discharge phenomena visible in a completely blacked-out room.

qui reposent sur des excentriques. Il suffit pour cela de desserrer les contre-écrous et de modifier ensuite à l'aide d'un tournevis la position du rouleau. Après quelques essais, on trouve sans peine la position convenable du rouleau et reserre pour finir les contre-écrous.

5. Expériences

Champ électrique autour d'une sphère
CD 537.211;

Lignes électriques équipotentielles autour d'une sphère CD 537.213;

Attraction d'une charge par une sphère mise à la terre (force d'image)
CD 537.217; b

Modification de la force d'image dans le champ électrique d'une sphère
CD 537.217; c

Mesure de la quantité d'électricité d'une sphère chargée CD 537.214;

Hormis ces expériences, le générateur à ruban sert d'appareil auxiliaire pour la plupart des montages d'expériences d'électrostatique ainsi que pour:

Chargement de condensateurs à haute tension (538.82) et de bouteilles de Leyde (544.02)

Source de tension pour la plupart des expériences avec l'électroscope de Wulf (546.01 a)

Alimentation de tubes à décharge dans les gaz et de petits tubes à rayons X

Source de tension pour le microscope à émission froide (554.60).

Le fonctionnement du générateur à ruban peut être démontré dans une salle parfaitement obscure, en observant les étincelles se produisant le long du ruban, les phénomènes d'effluve et les phénomènes lumineux.

wert, die um ihre Befestigungspunkte drehbare Scheide b schräg und nach oben zu richten. Nur zur Erzielung einer möglichen hohen Spannung wird diese Scheide schräg oberwärts gerichtet, weil dann der Übergang eines Entladungspunktes längs des Bandes von der Kugel zur Erde erschwert wird.

Sollte der Bandgenerator nicht sofort anspringen oder nur geringe Spannung geben, so hilft folgender Kunstgriff: Man berührt mit trockener Hand während des Drehens die Erregervolze (1) leicht und läßt sie dadurch aus. Man kann stattdessen auch das Gummiband mit einem trockenen Tuch leicht gegen die Scheide b drücken.

Liefert der Generator auch dann keine Spannung, so sind wahrscheinlich Gummiband oder Plexiglasisolatoren nicht vollständig trocken, beispielsweise bei feuchter Witterung oder nach dem Transport des Generators aus einem kalten Sammlungsraum in den warmen Unterrichtsraum. Erwärmen des Gerätes mit Heizung oder Föhn beseitigt die Feuchtigkeit in jedem Fall.

Der Generator kann statt mit der Hand auch mit dem Experimentiermotor (347 25a) angetrieben werden. Zu diesem Zweck hat man die vorn an der Handkurbel stehende Mutter und schraubt an ihre Stelle die elektrische Kupplung (541 75), deren andere Ende in die auf geeignete Höhe gebrochene Klemmschraube des Experimentiermotors eingepaßt wird.

4. Wartung

Hochspannungskugel, Gummiband und Plexiglasisolatoren müssen gut sauber gehalten werden, da sonst die erzielbare Spannung stark abnimmt. Das Bandkassentrittricht (wasserfrei) Aesten gewaschen werden; besonders ist schädlich.

Nach langemwährenden Betrieb kann ein Wenden des Bandes unter Vermeidung von Außen- und Innenseite empfehlenswert sein. Hierfür wird Walze (2) oder (3) nach Lösen der Gegenmutter verläßiggehend herausgenommen, bei Bedarfteile werden auch Ersatzbänder geliefert.

Die Walzen (2) und (3) sind in der Mitte etwas stärker als am Rande, um ein Geraderlaufen des Bandes zu bewirken. Sollten trotzdem nach längerem Betrieb oder nach dem Auswechseln das Band von den Walzen abgleiten, so ist eine Neuzentrierung der Walzen nach Möglichkeit, da die Walzen (1), (2) und (3) auf kurzen Stiften lau-

adjust the shearing (b) so that it is set at an angle and pointing upwards. This shearing can be made to rotate around its point of location. It is only when a very high voltage is required that the shearing should be directed downwards at an angle because then the conductance of a disruption spark along the band from the ball to earth is made difficult.

If the generator does not start up at once or only supplies low voltage, this condition can be remedied as follows: During rotation gently touch the exciter roller (1) with the dry hand. As a result the exciter roller is charged. Another method is to slightly press the rubber band with a dry cloth against the shearing (b).

If the generator still fails to supply voltage, then the rubber band or the plexiglass insulators are not completely dry. This is often the case in wet weather or after the generator has been carried from a cold storage room into a warm lecture room. The moisture can be removed by warming the apparatus with some form of heater (radiator or hot-air blower).

Instead of being operated by hand, the generator can also be driven by means of the motor (Cat. No. 347 25a). For this purpose, remove the nut on the crank, and screw on in its place the flexible coupling (Cat. No. 541 75). The other end of the coupling should be clamped in the gripper socket of the motor, set at the right height.

4. Maintenance

The high-tension ball, the rubber band and the plexiglass insulators must be kept perfectly clean otherwise the obtainable voltage will drop considerably. The band may be cleaned with acetone (free from water); powdering is harmful.

After a long period of operation, it may prove advisable to change the band round so that the under surface is facing upwards. To do this, loosen the lock nuts, and temporarily remove either roller (2) or roller (3). Spare bands are also supplied when needed.

The rollers (2) and (3) are somewhat wider in the centre than at the edges to ensure that the band runs straight. However, if the band runs off the rollers after a long period of service or following an exchange of the band, then the roller axles can be re-centred because rollers (1), (2) and (3) run on short pins which are located

tourner le peigne b obliquement vers le haut. C'est seulement si l'on veut avoir une tension maxime qu'on tournera ce peigne obliquement vers le bas, ce qui rend ainsi plus difficile le passage d'une étincelle de décharge disruptive le long du ruban et allant de la boule vers la terre.

Si le générateur ne fournit immédiatement du courant ou seulement une faible tension, on recourra à l'expédient suivant: tout en tournant, on touche légèrement avec la main, bien sèche, le rouleau d'excitation (1), qui ainsi se charge. Au lieu de cela, on peut aussi, à l'aide d'un chiffon sec, presser légèrement le ruban de caoutchouc sur le peigne b.

Si malgré cela le générateur ne donne aucune tension, c'est que le ruban ou les isolateurs en plexiglas ne sont pas absolument secs, ce qui peut arriver par temps humide ou après avoir transporté l'appareil de la salle froide, où il est remis, dans la salle de cours chauffée. On peut toujours éliminer l'humidité en réchauffant le générateur avec un radiateur ou un radiateur électrique.

Le générateur peut être actionné à la main ou au moteur (moteur d'expériences 347 25a). En ce dernier cas, on enlève l'écrou de fixation de la manivelle et visse à sa place une atténuation de l'accouplement souple (541 75), tandis que l'autre extrémité est raccordée au nez extensible de l'axe de la transmission dudit moteur d'expériences, installé à hauteur convenable.

4. Entretien

Sphère, ruban et isolateurs en plexiglas doivent être maintenus en état de parfaite propreté, sinon on n'obtient qu'une tension très faible. Le ruban peut être éventuellement nettoyé à l'acétone (sans eau), mais on risquerait de l'endommager en le poudreant.

Après un usage prolongé, on fera bien de retourner le ruban, en faisant passer la face intérieure à l'extérieur. Pour effectuer cette opération, on sortira les rouleaux (2) et (3), après avoir enlevé les écrous de fixation. Nous pouvons au besoin fournir des rubans de rechange.

Les rouleaux (2) et (3) sont légèrement bombés au milieu, obligeant ainsi le ruban à circuler parfaitement au centre et en ligne droite. Si malgré cela un ruban neuf ou fortement usagé vient à se déborder, on pourrait l'amener ou le ramener à sa place convenable en modifiant le centrage des axes des rouleaux (1), (2) et (3).

nen zur geeigneten Bandbeladung. Die große Kugelelektrode des Generators ist aus zwei Hälften gefertigt, von denen die obere zur Erklärung des Gerätes und zum Auswechseln des Bandes abnehmbar ist.

An der Kugel und am Fuß ist je eine 4-mm-Buchse zur Spannungsableitung vorhanden. Es ist empfehlenswert, die untere Buchse und damit Fuß und Handkurbel mit der Erde leitend zu verbinden.

2. Wirkungsweise und Schaltung (Bild 2)

Das Gummiband läßt sich durch Reibung an der Erzeugerwalze (1) aus Kunststoff in allgemeinen negativ auf und transportiert diese Ladung ins Innere der Kugel (K), wo sie von den Metallrollen (3) und (4) vollständig abgenommen und der Kugelfläche zugeführt wird. Beim Drehen der Handkurbel erhöht sich die Kugelladung ständig weiter bis zu einem durch Abkühlung und Sprühverluste gegebenen Grenzwert. Gelegentlich, besonders bei hoher Luftfeuchtigkeit, können sich Band und Kugel auch positiv aufladen.

Der Aufladeprozess wird durch 3 geeignete angelernte, mit ihren scharfen Kanten auf das Gummiband zugewinkelte Schneiden a, b, c durch Influenzwirkung beschleunigt. Die positive Walze (1) induziert in der Schneide a negative Ladung, die durch Abkühlen die Bandladung erhöht. Auf den Schneiden b und c wird durch das herauslaufende negative Band positive Ladung induziert, die auf das herunterlaufende Band gesprüht wird, wodurch sich die negative Aufladung der Kugel sowie die positive Ladung der Erzeugerwalze weiter erhöht.

Zur Beschleunigung des Aufladeprozesses und Vergrößerung des erreichbaren Stromes ist eine große Beladungsdichte des Gummiandes erforderlich, die durch das von den Unterrollen (1) und (4) bewirkte dichte Nebeneinanderlaufen der beiden Bandhälften erzielt wird.

3. Inbetriebnahme

In trockener Luft läuft der Bandgenerator bei gleichmäßiger Drehung der Handkurbel meist sofort an, wobei sich ein starker Drehwiderstand als Folge vergrößerter Reibung durch die elektrostatische Anziehung der beiden Bandhälften bemerkbar macht.

Um ein sicheres Anlaufen des Generators zu erzielen, ist es empfehlenswert

give the band the required load. The large sparking ball of the generator consists of two sections. The top section can be removed to give an explanation of the apparatus and to exchange the band.

Two 4 mm sockets for taking off voltage are fitted, one on the ball and the other on the base. It is recommended to earth the lower socket, base and crank.

3. Operation and Circuit (Fig. 2)

The rubber band generally takes on a negative charge as the result of rubbing against the plastic aether roller (1). It transports this charge to the interior of the ball (K) where it is completely taken up by the metal rollers (3 and 4), and fed to the surface of the ball. On turning the crank, the ball charge continues to increase until a limit value is reached determined by losses due to leakage and brush-discharge. Occasionally the band and ball may also take on a positive charge, particularly at high relative humidity.

The charging process is accelerated by means of induction effected by locating at suitable points 3 shearings (a, b and c) with their sharp edges facing the rubber band. The positive roller (1) induces a negative charge in the shearing (a), which increases the band charge as a result of brush-discharge. A positive charge is induced on shearings b and c by the upward-running negative band. This charge is brush-discharged on the downward-running band. Consequently the negative charging of the ball and the positive charge of the aether roller are further increased.

To accelerate the charging process and to increase the current take-off, a large charging density of the rubber band is needed. This is obtained by making the two sections of the band run close to each other between the two guide rollers (1 and 4).

3. Starting up

Provided the air is dry, the modified van de Graaf generator mostly starts up immediately when the crank is rotated uniformly. Greater resistance to rotation is felt as the result of increased friction caused by the electrostatic attraction of the two sections of the band.

To make sure that the generator will start to operate, it is advisable to

gründig, eolisiert, à l'aide d'une manivelle. Des peignes métalliques servent au chargement convenable du ruban. La grosse électrode sphérique se compose de deux hémisphères dont l'une, l'hémisphère supérieure, peut être enlevée pour expliquer le fonctionnement de la machine et changer le ruban.

Deux bornes creusées de 4 mm, dont l'une se trouve sur la sphère et l'autre au pied de l'appareil, servent à prendre la tension. Il est recommandé de mettre la borne inférieure à la terre, c.-à-d. le pied de l'appareil et la manivelle.

2. Fonctionnement et connexion (Fig. 2)

Le ruban de caoutchouc se charge, par frottement sur le rouleau d'excitation (1) en matière plastique — charge qui est en général négative — et transporte cette charge à l'intérieur de la sphère (K), où elle est totalement captée par les rouleaux (3) et (4) en métal et conduite à la surface de la sphère. La charge de la sphère s'élève, si l'on continue à tourner la manivelle, jusqu'à une valeur limitée par les pertes par dérivation et par effluves. Le ruban et la sphère peuvent aussi parfois — surtout par humidité — se charger positivement.

Le processus de chargement est accéléré, par influence, à l'aide des 3 peignes a, b et c taillés convenablement vers le ruban. Le rouleau positif (1) charge, par influence, le peigne «a» d'électricité négative qui, par effluve, élève à son tour la charge du ruban. Les peignes b et c sont chargés, par influence, d'électricité positive par le ruban chargé négativement dans son ascension; cette charge est retransmise au ruban par effluves durant sa descente, grâce à quoi la charge négative de la sphère et la charge positive du rouleau d'excitation continuent à s'élever.

Pour accélérer le chargement et accroître le courant utilisable, il est nécessaire d'avoir une grande densité de charge du ruban de caoutchouc. Celle-ci est obtenue grâce aux rouleaux (1) et (4) qui, en pressant le ruban, font passer ses deux parties l'une très près de l'autre.

3. Emploi

Dans une atmosphère sèche le générateur à ruban se charge la plupart du temps dès qu'on tourne avec régularité la manivelle. On a bientôt à vaincre une certaine résistance, par suite d'un frottement accru, causé par l'attraction électrostatique des deux moitiés du ruban.

On fera bien, pour obtenir une mise en route certaine du générateur, de

Bandgenerator

Van de Graaf Generator

Générateur à ruban

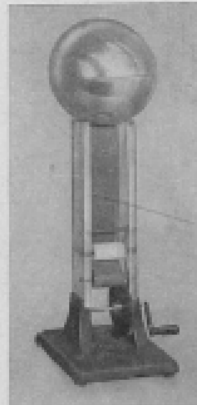


Fig. 1

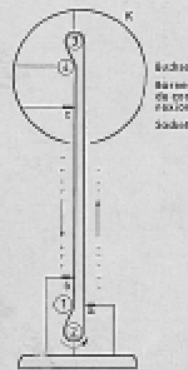


Fig. 2

1. Beschreibung

Der Bandgenerator ist ein von van de Graaf entwickelter elektrostatischer Hochspannungsgenerator. Das Gerät arbeitet nach dem Prinzip der Selbst-erregung und liefert im Leerlauf eine Gleichspannung von 120.000 bis 140.000 Volt. Die Ladungen sind mit etwa 10^{-4} Coulomb so gering, daß der Generator ohne Gefahr berührt werden kann. Bei Kurzschluß liefert er einen Strom von ca. $10 \mu A$.

Der Bandgenerator besteht aus einer Metallhohlkugel von 18 cm Durchmesser, die auf zwei etwa 30 cm hohen Plexiglas-isolatoren steht. Die Plexiglas-isolatoren sind unten in einem hölzernen Metallfuß befestigt. Die Metallkugel hat in ihrem unteren Teil eine Öffnung, in die ein 5 cm breiter anlassendes Gummiband hineinführt. Das Band läuft über eine Kunststoffwalze und drei Metallrollen, deren unterste mittels einer Zahnradübersetzung von einer Handkurbel angetrieben werden kann. Einige Metallschneid- und

1. Description

The apparatus described below is an electrostatic high-tension generator developed by van de Graaf. It operates on the principle of self-excitation, and when running idle it produces a D.C. voltage of 120,000 to 140,000 volts. At approximately 10^{-4} Coulombs, the loads are so small that the generator can be touched without involving any risk. When short-circuited, it produces a current of approximately $10 \mu A$.

The van de Graaf generator consists of a hollow metal sphere 18 cm in diameter, mounted on two plexiglass insulators which are about 30 cm high. The plexiglass mountings are fitted in a sturdy metal base. A hole is bored in the bottom of the metal sphere through which a 5 cm wide, endless rubber band is passed. The band runs over a plastic roller and three metal rollers. The bottom metal roller can be operated by means of a gear transmission turned with a crank. Several metal shearings are used to

1. Description

Cette machine électrostatique, conçue par van de Graaf, sert à produire de la haute tension. Notre générateur à ruban repose sur le principe de la self-excitation et fournit en marche à vide une tension continue de 120.000 à 140.000 volts. Les charges sont, avec environ 10^{-4} coulomb, si faibles que le générateur peut être touché sans danger. En court-circuité, il fournit un courant d'intensité $10 \mu A$.

L'appareil se compose d'une sphère creuse en métal d'environ 18 cm de diamètre reposant sur deux isolateurs en plexiglas d'environ 30 cm de haut. Ces colonnes en matière plastique sont fixées à leur base dans un robuste pied en métal. La sphère porte à sa partie inférieure une ouverture, par laquelle pénètre un ruban sans fin en caoutchouc de 5 cm de large. Ce ruban passe sur quatre rouleaux, un en matière plastique et trois en métal; le rouleau inférieur, en métal, est entraîné par un système à en-

Anmerkungen

- Die in Klammern gesetzten römischen Zahlen geben die Katalog-Nummern der betreffenden Geräte an.
- Die Angaben DC ... beziehen sich auf die Versuchsanordnungen in "LEYBOLD PHYSIKALISCHE HANDBÜCHER".
- Die Angaben und Abbildungen sind für die Ausführung der Geräte nicht in allen Einzelheiten verbindlich. Wir sind bereit, unsere Fertigung stets den neuesten wissenschaftlichen und technischen Erkenntnissen anzupassen.

Notes

- The five-figure numbers quoted in brackets refer to the catalogue numbers of the respective apparatus.
- The data DC ... refer to the experiment descriptions published as a collection of lectures in the "LEYBOLD PHYSIKALISCHE HANDBÜCHER".
- The data and illustrations are not binding in every detail for the design of the apparatus. It is our sole aim always to adapt our manufacturing programmes to the most recent knowledge gained in all scientific and technical fields.

Remarques

- Les numéros à 5 chiffres entre parenthèses sont les numéros de catalogue des différents appareils.
- Les lettres DC ... se rapportent aux descriptions des expériences publiées dans la collection "LEYBOLD PHYSIKALISCHE HANDBÜCHER" (FICHES D'EXPERIENCES).
- Les indications et reproductions sont données sans engagement de notre part et que nous nous efforçons de perfectionner nos appareils en faisant profiter notre production des plus récentes connaissances scientifiques et techniques.

E. LEYBOLD'S NACHFOLGER · KÖLN-BAYENTAL

10/1958 A

Bandgenerator

Van de Graaf Generator

Générateur à ruban

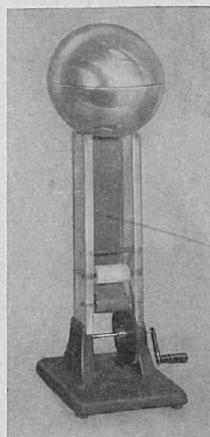


Fig. 1

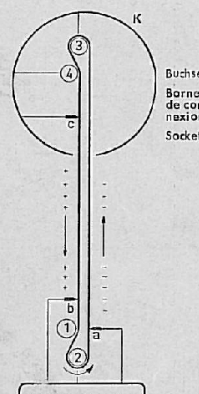


Fig. 2

Pour nous citer :

Base de la Mission nationale de sauvegarde et de valorisation du patrimoine scientifique et technique contemporain, PATSTEC, Documentation technique du générateur électrostatique Van de Graaf Leybold (Leybold),
<https://www.patstec.fr/ressources/objets/detail?id=15738>, consulté le 2026-07-28