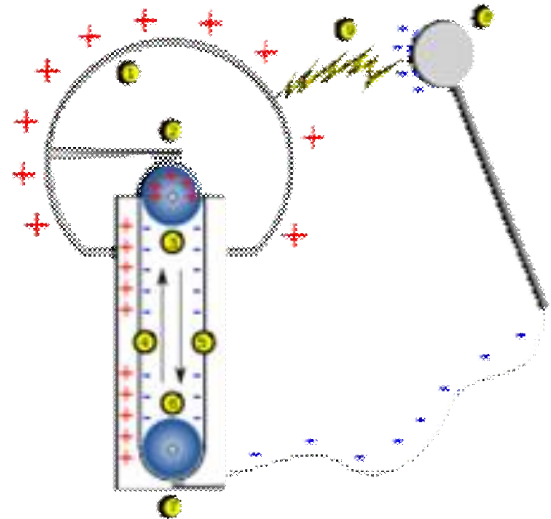


„Csináljuk a feszültséget!” Van de Graaff-generátor

A **Van de Graaff-generátor** (más néven **szalaggenerátor**) nagyfeszültség előállítására alkalmas elektrosztatikus generátor. Az iskolai kísérletek céljára készített ilyen eszközök 50–200 kV, a nagyobb méretű, kutatási célra készített példányok több millió volt feszültséget szolgáltatnak. Működése az elektrosztatikus megosztással folyamatosan keltett töltések tárolásán alapul.

A Van de Graaff-generátor szerkezete:

- 1) Üres fémgömb (pozitív töltésű)
- 2) Felső kefe
- 3) Felső (plexi)henger
- 4) Gumiszalag (pozitív része)
- 5) Gumiszalag (negatív része)
- 6) Alsó (fém)görgő
- 7) Alsó kefe
- 8) Kisütőgömb (negatív töltésű)
- 9) Szikrakisülés



A generátorban egy végtelenített, szigetelőből, többnyire gumiból készült szalag van kifeszítve két görgő között. Az alsó görgőt általában villanymotor forgatja. Az alsó görgő (6) fémből, a felső görgő (3) műanyagból, általában plexiből készül. A felső plexigörgőről leváló szalag negatív töltésű lesz (5). Ezt a negatív töltést a csúcshatás elvén működő kefe (7) gyűjti össze és a kisütő gömbre (8) juttatja. (A kisütő gömböt gyakran leföldelik). Az alsó görgőről leváló szalag pozitív töltésű lesz (4), ezt a pozitív töltést a szalag a felső görgőnél található (2) keféhez szállítja. A csúcshatás miatt a kefe a pozitív töltést eltávolítja a szalagról, és a vele összeköttetésben levő, a felső görgőt és kefét körbevevő üreges fémgömbre (1) juttatja. Mivel a vezető belsejében a nyugvó töltések nincsenek egyensúlyi helyzetben, ezért a fémgömbre jutó pozitív töltés a gömb külső felületére áramlik.

A kísérlet menete:

- A kísérleti eszköz bemutatása, majd az eszköz földelése és feszültség alá helyezése.

Feladat:

a) Elektrosztatikus hőésés

Szórjunk konfettit a generátor üres fémgömbjére, majd kapcsoljuk be a generátort.

Mi történt a konfettivel? Szökőkútszerűen távoztak a gömbről

Magyarázat:





Bekapcsolva a generátort az üres fémgömbön és a rajta lévő konfettin azonos töltések halmozódnak fel, amelyek között taszító erőhatás lép fel. Ennek következtében fognak a konfetti papírkák szökőkútszerűen kilövellni a gömb tetejéről.

b) Villámok szórása

Érintsük a kis gömböt a nagyhoz, majd üzemeljük be a generátort. Kis idő múlva a kis gömböt távolítsuk el a nagytól 2-3 cm távolságra.

Milyen érdekes jelenséget figyeltünk meg a két gömb között?

A gömbök között szikrák csapnak át, miközben csattanó hangokat hallunk

Magyarázat:

Az üres fémgömbön és a kisütő gömbön a folyamatos töltésszétválasztás következtében egyre több töltés halmozódik fel, emiatt a két gömb közötti feszültség egyre nagyobb lesz. Elegendően nagy feszültségnél a gömbök között szikrakisülés jöhet létre. A kisüléskor a töltések semlegesítik egymást, majd a feltöltődési folyamat újra megindul.

1 cm-es szikrához kb. 10000 V feszültség kell.

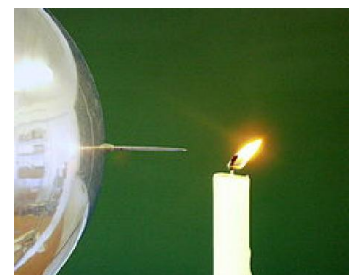
Kiegészítés:

A generátorral esetenként 10-15 cm-es szikrákat is létre tudunk hozni, ami félelmetes látványt nyújthat, de nem veszélyes. Az előállított nagyfeszültség ugyanis legfeljebb 20-30 μ A áramerősséggel párosul. A kialakuló áram erőssége megmérhető, ha egy érzékeny árammérő műszert kapcsolunk a két gömb közé. Az Elektrovaria készletben található középállású mérőműszer legérzékenyebb méréshatára 40 μ A. Ezt a műszert a Van de Graaff generátor felső (pozitív) gömbje és az alsó (lefeldelt) túsor közé kapcsolva a mutató 1-2 osztásnyit kitér. (A kitérés jobban érzékelhető a generátor kikapcsolásakor.) Használhatunk digitális multimétert is, pl. 2 mA méréshatárnál mikroamperes felbontással mérhetjük meg az áramerősséget. Az átütő szikra kellemetlen, szúró érzést okoz, de az egészségre nem ártalmas. (Figyelem, pacemakert viselők ennek ellenére ne próbálják ki!)

Megemlíthetjük a villámok keletkezését. Ha az ellentétes előjelű töltéssel rendelkező felhők elég közel kerülnek egymáshoz, köztük kiegyenlítődés lép fel, **villám** csap át közöttük. Ha a felhők közel vannak a Földhöz, azt megosztják. Ha a felhő és a Föld között elegendően nagy a feszültség, a villám lecsap a Földre. A villámcsapásnak leginkább a jó vezető, magas tárgyak vannak kitéve. A villámcsapás elhárítására villámhárítót (jó vezető fémpálca) alkalmazunk. Rajta keresztül a villámban áramló töltések a földbe jutnak, így megvédve az arra érzékeny elektromos berendezésünket a villámkártól.

c) Gyertyaláng elfújása elektromos széllel

Vegyük le a generátor nagy gömbjét és rögzítsünk a generátorhoz facsipesszel egy hegyes csúcsban végződő testet. A hegyes csúcs mellé helyezzünk el egy meggyújtott gyertyát. (Az alsó túsorhoz most is kapcsoljuk hozzá a földelt fémgömböt. Ezt helyezzük kb. 8-10 centiméterre a felső gömbtől, a kísérlet végén ezzel süthető ki a generátor.) Kapcsoljuk be a generátort!



Mi történt a meggyújtott gyertyával, miután bekapcsoltunk a generátort?

Elhajlott a lángja , majd elaludt

Magyarázat:

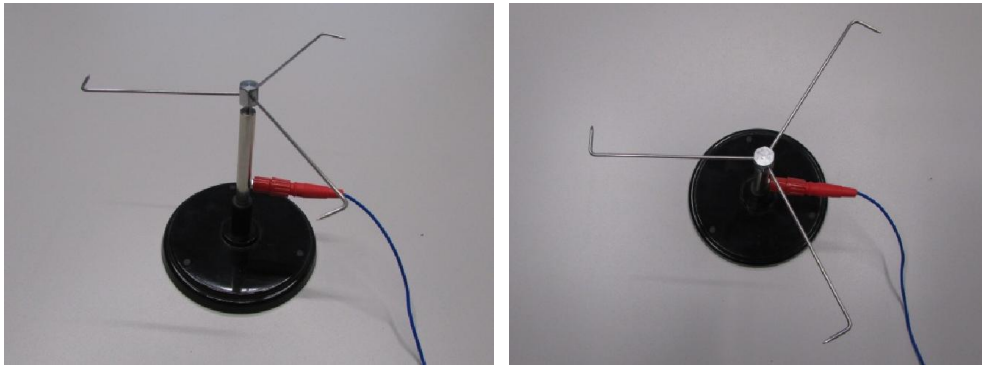
A csúcs közelében nagyon erős elektromos mező jön létre, ami a feltöltött levegő molekulákat nagy erővel löki el. Mindez olyan erős légáramlatot hoz létre, ami a gyertya lángját elhajlítja, majd eloltja.

Kiegészítés:

A földelt fémgömböt a működő generátor gömbjéhez érintve megmutatható, hogy a gömb leföldelésekor megszűnik az elektromos szél, tehát ezt a jelenséget nem a gumiszalag által keltett légmozgás okozza.

d) Elektrosztatikus Segner- kerék

Csatlakoztassunk a generátorhoz egy Segner-kereket, majd indítsuk el a generátort.



Mi történt a Segner kerékkel a generátort beindítva?. Elkezdett forogni

Magyarázat:

A Van de Graaff generátorhoz kapcsolt elektromos Segner-kerék csúcsairól ellökődő levegő molekulák a hatás-ellenhatás törvényével összhangban erőt fejtenek ki a kerékre, ezért az gyors forgásba jön.

e) Elektrosztatikus hajtupírozás

Válasszunk ki egy olyan önként jelentkező tanulót, akinek frissen mosott, vékony szálú haja van. Állítsuk szigetelő zsámolyra és kérjük meg, hogy teljes kezét, tenyerét helyezze a generátor búrájára. Indítsuk el a generátort és közben kérjük meg, hogy rázza meg a fejét úgy, hogy közben a kezét ne vegye el a gömbről.

Mi történt az önként jelentkező frizurájával?

A hajszájai megemelkedtek majd sugarasan égnek álltak

A kísérlet végén kapcsoljuk ki a generátort és miután a bátor diákunk elvette a kezét a gömbről, kérjünk meg valakit, hogy segítse le a társát a zsámolyról.

Mit tapasztaltunk miközben lesegítették a tanulót a szigetelő zsámolyról?

Közöttük szikra pattant

Magyarázat:

A csúcshatás következtében a diák hajszáinak a végein megülnek a töltések. Mivel minden egyes hajszája ugyanolyan nemű töltéssel bír, ezért a diák hajszájai egyre messzebb igyekeznek



egymástól, mivel az egynemű töltések taszítják egymást. Ennek következtében az önkéntes hajszálai folyamatosan megemelkednek és ha néhányszor megrázza a fejét, hajszálai látványosan égnek állnak.

A tanuló és a segítő társa között létrejövő töltéskülönbség okozza az apró szikrákat.

Kiegészítés:

Az elektrosztatikának talán ez a legnagyobb hatású kísérlete. A kísérlet szempontjából fontos, hogy megbízható generátorral dolgozzunk. Ez azt jelenti, hogy jó, ha az eszköz 8-10 cm-es szikrákat tud biztosítani. Másik fontos alappillére a kísérletnek, hogy a tanuló jól szigetelő alapon álljon pl: üvegcsámolyon vagy fahasábbal megemelt plexi vagy hungarocell lapon. Jó, ha a tanulón nincs gyűrű, lánc vagy karóra. Kérjük meg, hogy teli tenyérrel fogja meg a Van de Graaff generátor fémgömbjét és ne engedje el a kísérlet közben. Ha mégis elengedte, akkor ne tegye vissza, mert szikrák fognak kipattanni az ujjai és a generátor teste között.

A Van de Graaff-generátor kikapcsolása után a gömbökön még maradhat töltés, de a (leföldelt) kisütőgömbbel a felső gömböt megérintve a generátor feltöltöttsége megszüntethető, így az esetleges kellemetlen áramütések elkerülhetők. Mindez jó alkalom annak a rendszabálynak az indoklására, hogy a tanulók az előadóteremben és a szertárban semmihez sem nyúlhatnak tanári engedély nélkül.