

Elektroskop

Statična elektrika

Oh ta statična elektrika! Neprijetna nadloga, ki nas pesti predvsem pozimi, ko v suhih ogrevanih prostorih slačimo sintetične ali volnene puloverje. Drobne iskrice so lahko precej neprijetne, na srečo pa niso nevarne. Precej večje preglavice statična razelektritev povzroča našim elektronskim napravam, kar so hitro ugotovili proizvajalci integriranih vezji. Zelo drobna iskrica, ki preskoči z delavca na občutljivo elektronsko napravo



povzroči nepopravljivo škodo na čipih, sodobnejše in čedalje manjše elektronske naprave pa le še bolj kličejo po previdnosti. Še huje je pri popravilu ali rokovanju z občutljivimi merilnimi napravami, ki jih najdemo v jedrskih pospeševalnikih in medicini. Že premikanje na stolu s sintetično prevleko in uporaba obutve s plastičnim podplatom bo dovolj, da bodo iskre statične razelektritve skakale vsepovsod.

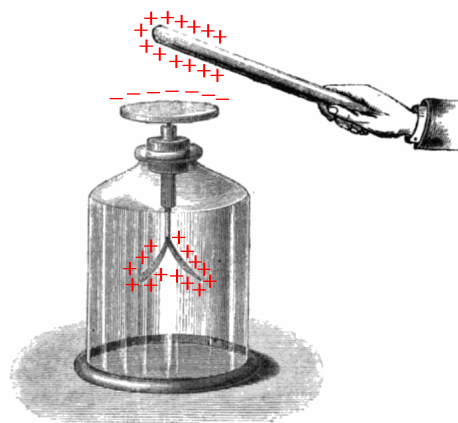
Da med dvema telesoma preskoči iskra mora biti izpoljenih več pogojev. Zagotovo se morata telesi nahajati na drugačnem električnem potencialu, torej eno telo mora biti bolj naelektreno kot drugo, ali pa mora imeti drugačen predznak naboja. To še ni zadosten pogoj. Telesi morata biti tako močno naelektreni, da se lahko zgodi preboj izolatorja, ki je v večini primerov kar navaden zrak. Kako močno morata biti naelektreni, oziroma kakšna napetostna razlika je med njima, določa predvsem relativna vlažnost zraka. Povprečna vrednost znaša okoli 40 000 V/cm (kar pomeni, da mora biti razlika v napetosti med telesoma 40 000 V, če se nahajata na razdalji 1 cm). Zadnji pogoj, kadar govorimo o preskoku statične elektrike je, da se eno izmed teles lahko naelektri z električnim nabojem in ga lahko vsaj za kratek čas ohranja. To pomeni zgolj, da naboj sproti ne odteka kam drugam. Če so vsi pogoji izpolnjeni preskoči drobna iskrica, ki jo pogosto slišimo, včasih pa tudi vidimo ali čutimo.

Elektrostatična razelektritev je v splošnem nenaden in hipen električni tok med dvema naelektrenima telesoma, ki ga povzroči fizični kontakt, kratek stik ali preboj izolatorja. Lahko povzroči spektakularne pojave v obliki velikih isker in glasnega poka (pri čimer je najhujša oblika nevihtna strela z neba na zemljo), ali pa povsem nedolžno iskrenje, ko si slačimo volnen pulover.

Pred strelo se skrijemo v zidan objekt, jamo ali vozilo. Pred drobnimi iskrkami, ki uničujejo naše komponente, pa se moramo obvarovati na drugačne načine. Predvsem, ker preboja

včasih sploh ne slišimo, čutimo ali vidimo. Industrija je tu ubrala različne pristope. Od povsem paranoičnih, kjer tla celotnih proizvodnih linij premažejo s posebnimi prevodnimi barvami in zapovedane uporabe posebnih stolov, oblačil ter obutve, do uporabe posebnih modrih zapestnic, ki skrbijo za odvod nabranega naboja s telesa proti ničelnemu potencialu (ozemljitvi, navadno kar tlom). Navadno zadostuje že, če se pred rokovanjem z občutljivimi gradniki z roko najprej dotaknemo delovne površine, tal ali točke ozemljitve, šele nato pa rokujemo z izdelkom. Povsem enako velja, kadar nekomu želimo izročiti občutljivo napravo. Predno mu jo damo v roke, s z njim rokujemo. Tako se bomo razelektrili in spravili telesi na enak električni potencial preko naših rok, ne pa preko občutljive naprave.

Pri vsem tem se vprašamo, kako nevarnost razelektritve sploh zaznati? V večini primerov zadostuje, če znamo zaznati prisotnost močnega električnega polja. Povsem preprosta naprava, ki nam to omogoča, je elektroskop. Ta izkorišča silo, ki se vzpostavi med naelektrenimi delci z istim predznakom, kar povzroči premikanje indikatorja (pogosto preproste kovinske folije). Gre za izboljšano različico z začetka 16. stoletja, njen izumitelj Abraham Bennet pa ga je prvič predstavil leta 1787. Sestavlja ga kovinska žica, navadno iz medenine, kjer na spodnjem koncu visita obešena dva tanka zlata lističa, na zgornjem koncu pa se nahaja kovinska krogla ali disk, kamor dovedemo električni naboj, ki ga želimo izmeriti. Za zaščito zlatih lističev pred vetrom spodnji del žice navadno zapremo v stekleno posodo brez dna, ki jo postavimo nad prevodno ploščo.



Kadar se zgornjemu delu kovine približamo z naelektrenim objektom oziroma kadar nanj prenesemo nekaj električnega naboja (z dotikom), se zlata lističa razpreta v obliko na glavo obrnjene črke V. Ker sta oba lističa v električnem stiku, se na obeh nahaja naboj z enakim predznakom, kar povzroči, da se med seboj začneta odbijati in se zato razpreta. Močnejši kot je naboj (več kot je naelektrenih delcev), bolj se lističa razpreta. Če se zgornjega dela naprave dotaknemo z roko, ali kako drugače odstranimo naboj, se lističa zopet postavita v začetno, navpično lego tesno drug ob drugem.

Tako izdelani elektroskop ni kako zelo občutljiv inštrument a povsem zadostuje izvajanju različnih meritev, kadar želimo ugotoviti spreminjanje naboja skozi čas ali pa opazujemo nevarne vrednosti, ki lahko povzročijo elektrostatični preboj. Pri tem poskusu bomo izdelali preprost elektroskop po načrtih Abrahama in ga uporabili za odkrivanje izvora preboja statične elektrike. Potem bomo točno vedeli, kateri puloverji, čevlji ali plastični lonci nam povzročajo največ nadležnih isker!

Potrebni pripomočki

Za izvedbo naloge potrebujemo:

- Steklen kozarec s plastičnim pokrovčkom
- 1 m trde bakrene žice za zidno električno napeljavo

- ALU folijo za živila
- Plastično slamico
- PVC cev, sintetično krpico, volnen pulover, balon
- Ročno orodje: lepilo za vroče lepljenje, kleščice, vrtalnik, škarje, šivanko

Opis poteka naloge

Najprej moramo poiskati primerno velik steklen kozarec s plastičnim pokrovom. Tega najlažje dobimo, če pridno pojemo čokoladni namaz, ki se skriva v njem in ga kasneje dobro umijemo, da dokončno odstranimo vso vsebino skupaj z nalepko. Ostanke lepila po potrebi raztopimo z acetonom. Stekljeni kozarci za vlaganje tu žal ne bodo ustrezni, saj imajo po večini kovinske pokrovčke, ki za nalogo niso primerni.

Nato poiščemo plastično slamico. Kljub temu, da je evropska unija prepovedala prodajo plastičnih slamic za enkratno uporabo, te še vedno lahko kupimo, le da se sedaj prodajajo kot gostinski pripomoček za večkratno uporabo. Slamice so tako precej debelejše in trše kot nekoč, primerne za pomivalni stroj, za nas pa še nekoliko boljše, saj je rokovanje z njimi enostavnejše. Papirnate slamice tokrat ne bodo primerne, saj potrebujemo dober izolator, kar pa papir, ko se navlaži, ni.

Trdo bakreno žico najenostavneje dobimo iz žice za električno napeljavo (preseka 1.5 mm), ki smo ji odstranili izolacijo. Pri tem debelina žice ne igra pomembne vloge, zadostuje že, če jo lahko primerno oblikujemo, da ohrani svojo obliko. Debelejša žica bo naredila naš elektroskop bolj robusten, a bo tudi rokovanje z njo nekoliko težje. Pri tem ni nujno, da je žica bakrena, lahko je tudi železna ali jeklena.

En konec žice zvijemo v spiralo s približno štirimi ovoji, drug konec pa povsem zravnamo. V sredino plastičnega pokrovčka izvrtamo luknjo tako, da skozi jo potisnemo slamico. Slamica naj v notranjost kozarca sega do približno 1/5 njegove globine, izven kozarca pa naj bo dolga 5 cm. Z notranje strani pokrovčka slamico zalepimo z lepilom za vroče lepljenje, s silikonom ali Neostikom. Če je slamica zelo tanka, jo bo lepilo za vroče lepljenje povsem zmečkalo in zatesnilo luknjo, kar se ne sme zgoditi. Če tega s hlajenjem ne uspemo preprečiti vanjo predhodno potisnemo del bakrene žice ali pa uporabimo drugačen tip lepila.

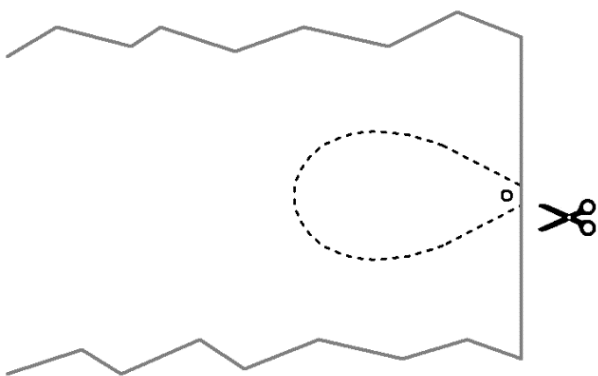
V slamico nato vstavimo pripravljeno žico, ki naj s koncem spirale gleda izven kozarca približno 2-3 cm nad slamico, kot to prikazuje Slika 2. Tako iz zgornje, kot iz spodnje strani slamice (ki se bo nahajala v kozarcu) žico prilepimo z lepilom. Pri tem lepilo za vroče lepljenje tokrat ne naredi večje škode, tudi če



Slika 1: Končni izgled elektroskopa.



Slika 2: Zunanji del.



Slika 3: Izrez kovinskih lističev.



Slika 4: Izgled lističev in obešanje na konec žice.

Če uporabljamo tanko žico, lahko skrivimo kar njo, v primeru debelejšje pa moramo konec stanjšati. To lahko storimo tako, da prispajkamo tanko nogico žičnatega upora, še tanjšo bakreno žico, ali pa uporabimo kovinsko sponko za papir. Če pri roki nimamo spajkalnika lahko dve žici spojimo z ustreznim prepletanjem, zvijanjem ali ovijanjem. Pomembno je zgolj, da sta obe žici v dobrem električnem kontaktu, ter da se lahko obešena lističa na kaveljčku prosto gibljeta (med seboj pa morata biti v ravnovesni legi, brez električnega naboja, v kontaktu). Način obešanja lističev prikazuje Slika 4.

Izdelan pokrovček skupaj z obešenima lističema sedaj privijačimo na steklen kozarec.

Ker kozarec enostavno zopet odpremo, lahko lističa večkrat popravimo. V kolikor smo zelo nespretni z izrezovanjem solze, odrežemo raje dva povsem enaka ravna trakova. Ta naj v kozarec pri zaprtem pokrovu segata do približno 1/4 globine.

Sedaj je čas, da prvič preizkusimo delovanje našega elektroskopa. Poiščemo volneno ali sintetično krpico (kos oblačila) in plastično cev (odtočna PVC cev ali PVC cev za nadometno električno napeljavo). Z drgnjenjem ustvarimo električni naboj na enem koncu cevi, s katero se približamo spirali elektroskopa (vendar se je ne dotaknemo). Opaziti moramo, da se lističa med seboj razmakneta.



Slika 5: Delovanje elektroskopa z uporabo naelektrene PVC cevi. Lističa sta med seboj razmaknjena.

Če ostaneta "prilepljena" na steklu se moramo tako spirale kot kozarca najprej dotakniti z roko, da elektroskop razelektrimo.

V poletnih mesecih ali zgodaj jeseni se pogosto zgodi, da predmetov nikakor ne uspemo naelektriti. Težava tiči v veliki vlažnosti ozračja, ki je po padavinah lahko tako velika, da naš elektroskop sploh ne bo deloval. V takšnem primeru počakamo na sončen dan, ali pa poiščemo prostor, v katerem je prižgana klima. Pozimi bo poizkus deloval najbolje, saj je v ogrevanih prostorih zrak pogosto precej suh!

Elektroskop skrbno shranimo, saj ga bomo še potrebovali!

Nasveti

- Če ne uspemo dobiti steklenega kozarca s plastičnim pokrovom lahko uporabimo navaden steklen kozarec za vlaganje in sami izdelamo pokrov iz ostanka plastike. Da bo naš instrument odporen na mehanske premike moramo tako izdelani pokrov nanj prilepiti, to pa nam onemogoča kasnejše popravke.
- Namesto zgornje spirale iz žice bi bilo najbolje namestiti kovinsko kroglo ali disk. Če imamo to možnost ju seveda lahko uporabimo. Takrat bo elektroskop deloval še bolje. Ravna kovinska žica ima v osnovi premajhno površino, zato jo povečamo z zvijanjem v spiralo.

Dodatno

- Spremenite velikost lističev v kozarcu. Opazujte kako to vpliva na elektroskop.
- Obujte si neprevodne čevlje (z gumijastim podplatom) ali škornje ter oblecite in slecite volnen pullover / jopico iz flisa. Z elektroskopom poskusite izmeriti koliko statične elektrike ustvarite na tak način (poskus deluje samo v suhem prostoru!).

Vprašanja za razmislek

- Zakaj lističa včasih (ko odmaknemo naelektreno palico) vseeno ostaneta razmaknjena?
- Bi lahko kakorkoli povzročili, da se lističa med seboj ne bi odbijala temveč privlačila?
- Kaj bi se zgodilo, če bi namesto plastičnega pokrovčka uporabili kovinskega, namesto steklenega kozarca pa prazno pločevinko?
- Kaj se zgodi, če enega od lističev trdno pričvrstimo tako, da se ne more več premikati?