

Elektrostatická súprava

Kód: ESK-CRG

Elektrostatická súprava je príslušenstvom určeným pre Vernierov senzor náboja. Súprava umožňuje robiť množstvo experimentov z elektrostatiky.

Sú možné tieto experimenty

- Použitie Faradayovej nádoby
- Vytváranie náboja trením
- Prenos náboja dotykom
- Nabíjanie indukciou
- Kvantitatívne a kvalitatívne meranie náboja

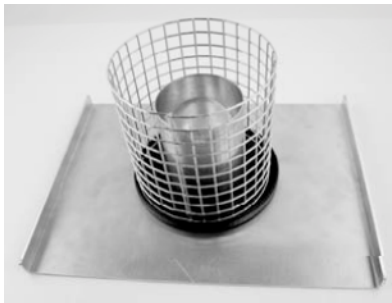


Čo obsahuje elektrostatická súprava?

- Faradayova nádoba (hliníková plechovka)
- Uzemňovacia doska (plochý kus kovu)
- Klietka (kovová drôtená klietka)
- Uzemňovací náramok
- Uzemňovacie vodiče (2 ks)
- Štvorcový kus vlny (látky)
- Rozdeľovače náboja (2 ks)
- Štvorcový kus vinylu (plastová podložka)
- Skúšobná platnička
- PVC tyč (šedá)
- Nylonová tyč (biela)
- Bavlnená handrička

Bližší popis jednotlivých komponentov

Hlavnými časťami súpravy sú Faradayova nádoba, klietka a uzemňovacia doska. Faradayova nádoba sa používa na meranie elektrostatického náboja objektov.



Faradayova nádoba, klietka a uzemňovacia doska

Nabité objekty vložené do nádoby indukujú na vnútri plechovky rovnaký náboj ale opačného znamienka. To vyvolá na vonkajšej strane plechovky náboj, ktorý má

rovnaké znamienko ako náboj objektu v plechovke. Senzor náboja pripojený k plechovke vám umožní zistiť veľkosť a znamienko náboja objektu.

Uzemňovacia doska je kus plochého kovu, na ktorý sa zariadenie ukladá. Uzemňovacia doska sa používa na uzemňovanie objektov, ako je Faradayova nádoba a klieťka, ako aj na uzemnenie experimentátora.

Klieťka je valcová kovová sieť, kladie sa na plastovú podložku. Pri experimentoch môžete klieťku spojiť s uzemňovacou podložkou uzemňovacím vodičom. Faradayova nádoba sa kladie do klieťky, ale na plastovú podložku. Náboj daného objektu môžete zmerať tak, že objekt vložíte do Faradayovej nádoby, na ktorú pripojíte senzor náboja. Náboj môžete zmerať aj tak, že ho na nádobu preniesete dotykom.

Ďalšími dôležitými súčasťami súpravy sú rozdeľovače a skúšobná platnička. Všetky tieto súčasti majú akrylové rukoväte. Skúšobná platnička má kovový vodivý disk, ktorý sa používa na testovanie náboja na objekte. Rozdeľovače



Rozdeľovače náboja a skúšobná platnička

náboja sú vyrobené z rôznych materiálov. Šedý je z PVC a biely je z nylonu. Keď ich spolu trieme, šedý z PVC vytvára záporný náboj a biely nylonový vytvára kladný náboj. V súprave je aj malá bavlnená handrička. Handrička sa používa na odstránenie prebytočného náboja z rozdeľovačov náboja. Navlhčte handričku vodou a dotknite sa ňou rozdeľovačov náboja. po celom ich povrchu.



Tradičné rozdeľovače náboja

V súprave sú zostavy rozdeľovačov náboja. Jedna zostava pozostáva z bielej nylonovej tyče a vinylovej podložky. Keď triete navzájom nylon a vinyl, nylon sa nabíja kladne a vinyl záporne. Druhá zostava pozostáva zo šedej PVC tyče a vlnenej látky. Keď triete navzájom PVC a vlnu, PVC vytvára záporný náboj, pričom vlna vytvára kladný náboj.

Experimenty s vysokonapäťovou elektrostatickou súpravou, s Faradayovou nádobou a s Vernierovým senzorom náboja

Hlavnými časťami tejto súpravy sú Faradayova nádoba a klieťka. Keď je senzor náboja pripojený k nádobe, nádoba sa dá použiť na kvalitatívne aj kvantitatívne meranie náboja telesa. Zariadenia pripravíte nasledujúcim postupom.

1. Položte plastový disk, na ktorom bude Faradayova nádoba a klieťka, na uzemňovaciu dosku.
2. Na disk položte Faradayovu nádobu a klieťku.
3. Pripojte čierny vodič senzora náboja na uzemňovaciu dosku.
4. Spojte červený vodič senzora náboja s Faradayovou nádobou.
5. Pripojte senzor náboja na interfejs, napríklad na LabQuest alebo na LabPro.
6. Uzemňovacím vodičom spojte klieťku s uzemňovacou doskou.
7. Uzemnite systém a vybite senzor stlačením a podržaním tlačidla resetovania na senzore.
8. Do stredu Faradayovej nádoby dajte nejaký objekt. Keď je objekt vnútri nádoby, senzor náboja ukazuje náboj.



Kvantitatívne meranie elektrostatického náboja nie je jednoduché. Na rozloženie elektrostatického náboja a na vašu schopnosť merania náboja vplyva veľa faktorov. Senzor náboja je veľmi citlivé zariadenie a môže detekovať náboj aj na telesách, kde ho neočakávate, napríklad na vašom tele. Váš úspech tiež závisí od atmosférickej vlhkosti. Vo vlhkom prostredí je štúdium elektrostatiky veľmi ťažké, pretože telesá sa rýchlo vybíjajú viacerými cestami.

Na senzore náboja je prepínač rozsahov. Rozsah si musíte zvoliť v závislosti od daného experimentu a okolitých podmienok. Napríklad, ak meriate malé elektrostatické náboje, bude asi vhodný najmenší merací rozsah senzora. Ak však hodnoty udávané senzorom dosiahnu maximum, budete musieť prepnúť na vyšší rozsah.

Poznámka: Keď zbierate dáta pri rôznych situáciách, musíte senzor náboja vždy vynulovať, pretože môže ľahko zachytávať blúdivé náboje. Ak údaje na senzore drifujú, medzi jednotlivými priebehmi zberu dát stlačte na ňom tlačidlo reset. Dobrým zvykom je vynulovať senzor náboja pred každým pokusom.

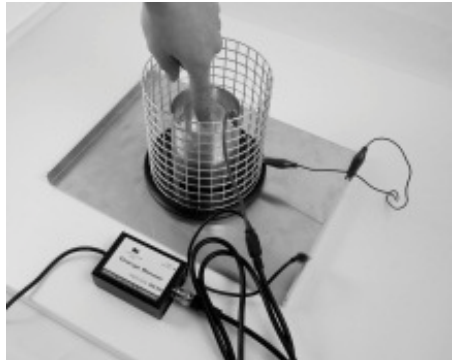
Príklady experimentov

S touto súpravou a so senzorom náboja sa dá robiť množstvo experimentov. Podrobne uvedieme tri experimenty. Vyskúšajte si ich, naučíte sa viac o vašom zariadení. Príklady sú doprevádzané aj stručnými popismi iných experimentov.

Učíme sa používať Faradayovu nádobu a Vernierov senzor náboja - aký veľký náboj môže byť na vašom tele?

Nasledujúci experiment je výborným úvodom k práci s touto súpravou a s Vernierovým senzorom náboja. Úloha demonštruje citlivosť zariadenia. Pri tejto úlohe experimentátor skúma náboj, ktorý môže niesť jeho telo a ako vybiť senzor ako aj svoje telo.

1. Pripojte čierny vodič senzora náboja k uzemňovacej doske.
2. Pripojte červený vodič senzora náboja k Faradayovej nádobe.
3. Uzemňovacím vodičom spojte klieťku a uzemňovaciu dosku.
4. Uzemnite systém a vybite senzor stlačením a podržaním tlačidla resetovania na senzore.
5. Nedávajte si na zápästie uzemňovací náramok, pretože účelom tohto experimentu je ukázať, ako sa môže nabiť vaše telo.
6. Pošúchajte topánkami po podlahe. Vložte prst do Faradayovej nádoby bez toho, aby ste sa jej dotkli. Čo indikuje senzor? [Odpoveď môže byť rôzna, ale nemala by to byť nula.]
7. Vyberte prst. Čo indikuje senzor? [Údaj blízky nule.]
8. Vysvetlite vaše pozorovania. [Šúchanie topánkami po podlahe vytvára na vašom tele náboj. Faradayova nádoba a senzor náboja detekujú tento náboj. Keď máte prst v nádobe, senzor detekuje náboj. Keď prst vyberiete, senzor nedetekuje žiadny náboj. Veľkosť a znamienko náboja závisia od zloženia materiálu podlahy a topánok.]
9. Dotknite sa prstom uzemňovacej dosky.
10. Vložte prst do Faradayovej nádoby bez toho, aby ste sa jej dotkli. Čo indikuje senzor? [Údaj by mal byť blízky nule.]
11. Vyberte prst. Čo indikuje senzor? [Údaj by mal byť blízky nule.]
12. Vysvetlite vaše pozorovania. [Dotykom uzemňovacej dosky sa odstráni náboj z vášho tela. Náboj na vašom tele by mal byť teraz nulový. Senzor náboja by mal indikovať údaj blízky nule bez ohľadu na to, či je váš prst v nádobe alebo nie.]
13. Ak máte možnosť, skúste pošúchať topánkami po inom type podlahy. Vložte prst do nádoby. Čo indikuje senzor? [Odpoveď môže byť rôzna, ale nemala by to byť nula.]
14. Vyberte prst. Čo indikuje senzor? [Údaj blízky nule.]
15. Vysvetlite vaše pozorovania. [Na vašom tele by ste mali opäť zistiť náboj. Veľkosť a znamienko náboja závisia od zloženia materiálu podlahy a topánok.]
16. Vložte prst do nádoby. Dotknite sa nádoby a prst vyberte. Čo indikuje senzor? Vysvetlite vaše pozorovania. [Dotykom sa preniesie na nádobu náboj.]



17. Uzemnite nádobu a vynulujte senzor stlačením a podržaním tlačidla resetovania na senzore.
18. Pošúchajte topánkami po podlahe. Vložte prst do nádoby bez toho, aby ste sa jej dotkli. Čo indikuje senzor? [Má ukazovať hodnotu rôznu od nuly.] Vyberte prst. Teraz približujte prst ku drôtenej klietke. Čo indikuje senzor? [Jeho indikácia by mala byť rovnaká ako predtým.] Čo sa dá o klietke povedať? [Klietka tieni Faradayovu nádobu pred vonkajšími nábojmi.]

Pozorovanie oddeľovania náboja pomocou bežných materiálov

Keď budete o seba trieť rozličné materiály, vytvorí na na každom z nich náboj. Pomocou Faradayovej nádoby a senzora náboja zmerajte znamienko týchto nábojov. Budeme skúmať tieto materiály: vlnená látka, vinylová podložka, nylonová tyč (biela) a PVC tyč (šedá).



1. Pripojte čierny vodič senzora náboja k uzemňovacej doske.
2. Pripojte červený vodič senzora náboja k Faradayovej nádobe.
3. Uzemňovacím vodičom spojte klietku a uzemňovaciu dosku.
4. Na zápästie si dajte uzemňovací náramok.
5. Uzemnite systém a vybite senzor stlačením a podržaním tlačidla reset na senzore.
6. Poskladajte vinyl na polovicu, na štvrtiny a potom na osminy. Vrcholová hrana, ktorá vznikne týmto skladaním bude objektom, na ktorom budete merať náboj. Pošúchajte nylonovú tyč pozdĺž vrchola na vinyly. Vložte tyč do Faradayovej nádoby bez toho, aby ste sa jej dotkli. Aké je znamienko náboja? [Kladné]
7. Vložte vrcholovú hranu vinyly do nádoby bez toho, aby ste sa jej dotkli. Aké je znamienko náboja? [Záporné]
8. Poskladajte vlnu na polovicu, na štvrtiny a potom na osminy. Pošúchajte šedú PVC tyč pozdĺž vrcholovej hrany na vlnu. Vložte tyč do Faradayovej nádoby bez toho, aby ste sa jej dotkli. Aké je znamienko náboja? [Záporné]
9. Vložte vrcholovú hranu vlny do nádoby bez toho, aby ste sa jej dotkli. Aké je znamienko náboja? [Kladné]

Skúmanie nabíjania indukciou pomocou rozdeľovačov náboja

1. Pripojte čierny vodič senzora náboja k uzemňovacej doske.
2. Pripojte červený vodič senzora náboja k Faradayovej nádobe.
3. Uzemňovacím vodičom spojte klietku a uzemňovaciu dosku.
4. Na zápästie si dajte uzemňovací náramok.
5. Uzemnite systém a vybite senzor stlačením a podržaním tlačidla resetovania na senzore.
6. Pošúchajte rozdeľovače náboja navzájom o seba.
7. Vložte biely rozdeľovač náboja do nádoby, dbajte pritom, aby ste sa nedotkli jej boku. Aké je znamienko a veľkosť indikovanej hodnoty? [Má byť kladná. Veľkosť môže byť rôzna.]
8. Keď je biely rozdeľovač náboja v nádobe, uzemnite nádobu dotykom prsta. Čo indikuje senzor? [Údaj by mal byť blízky nule.]

9. Vyberte prst. Čo indikuje senzor? [Údaj by mal byť blízky nule.]

10. Vyberte rozdeľovač náboja. Aké je znamienko a veľkosť náboja indikovaného senzorom? [Údaj má byť záporný a jeho veľkosť by mala byť podobná ako bola v bode 7.]

11. Vložte rozdeľovač náboja opäť do nádoby. Aké je znamienko náboja? Aká je veľkosť náboja? [Údaj by mal byť blízky nule.]

12. Vysvetlite vaše výsledky. [Náboj na rozdeľovači náboja je kladný. Keď sa nachádza v nádobe, senzor ukazuje kladný náboj. Keď nádobu uzemníme, záporný náboj z uzemňovacej dosky je priťahovaný na nádobu, čím sa nádoba nabije záporne. Tento kladný a záporný náboj sa navzájom zrušia a senzor ukazuje nulu. Keď odstránime uzemnenie, záporný náboj ostane na nádobe, ale je kompenzovaný kladným nábojom z rozdeľovača náboja, preto senzor stále ukazuje nulu. Keď odstránime rozdeľovač náboja, záporný náboj na nádobe už nie je kompenzovaný kladným nábojom z rozdeľovača náboja a preto senzor ukazuje záporný náboj. Ak dáme rozdeľovač náboja naspäť do nádoby, náboje sa navzájom vykompenzujú a senzor bude opäť ukazovať nulu.]

13. Zopakujte pokus so šedým rozdeľovačom náboja a vysvetlite vaše výsledky. [Náboj na rozdeľovači náboja je záporný. Keď sa nachádza v nádobe, senzor ukazuje záporný náboj. Keď nádobu uzemníme, záporný náboj z nádoby je priťahovaný na uzemňovaciu dosku, čím sa nádoba nabije kladne. Tento kladný a záporný náboj sa navzájom zrušia a senzor ukazuje nulu. Keď odstránime uzemnenie, kladný náboj ostane na nádobe, ale je kompenzovaný záporným nábojom z rozdeľovača náboja, preto senzor stále ukazuje nulu. Keď odstránime rozdeľovač náboja, kladný náboj na nádobe, už nie je kompenzovaný záporným nábojom z rozdeľovača náboja, preto senzor ukazuje kladný náboj. Ak dáme rozdeľovač náboja naspäť do nádoby, náboje sa navzájom vykompenzujú a senzor bude opäť ukazovať nulu.]



Ďalšie experimenty

Ďalšie nápady na experimenty.

Čo robí uzemňovací náramok?

Pomocou Faradayovej nádoby a senzora náboja sa naučíme porozumieť funkcií uzemňovacieho náramku. Pošúchajte topánkami po podlahe a pomocou Faradayovej nádoby zmerajte náboj na vašom tele. Teraz pripojte uzemňovací náramok na uzemňovaciu platňu a náramok si dajte na zápästie. Pošúchajte nohami po podlahe a zmerajte náboj na vašom tele. Pri nasadenom náramku by mal byť náboj blízky nule.

Skúmanie rozdeľovania náboja pomocou rozdeľovačov náboja

Pomocou senzora náboja a Faradayovej nádoby a oddeľovačov náboja z tejto súpravy zmerajte znamienko a veľkosť náboja. Keďže oddeľovače náboja sú

malé, môžete ich navzájom šúchať a potom ich vložiť po jednom alebo aj spolu do Faradayovej nádoby. Keď ich tam vložíte po jednom, môžete pozorovať, že na jednotlivých materiáloch sa objavuje rovnaké množstvo náboja ale opačného znamienka. Keď ich vložíte do nádoby spolu, náboj bude blízky nule, čo indikuje, že rovnaké náboje ale s opačným znamienkom sa vykompenzovali.

Ďalšie informácie o oddeľovaní náboja nájdete, keď pohladáte na internete „triboelektrický jav“.

Skúmanie rozdeľovania náboja pomocou priesvitnej lepiacej pásky

Pomocou senzora náboja a Faradayovej nádoby pozorujte rozdelenie nábojov, keď oddelíte od seba dva pásiky priesvitnej lepiacej pásky. Zoberte dva kusy lepiacej pásky dĺžky asi 7 až 8 cm a urobte na konci každej z nich záhyb. Prilepte obidve pásiky na seba a spolu na stôl. Odlepte pásiky zo stola a potom oddel'te hornú pásku od dolnej. Zmerajte náboje na páskach tak, že ich dáte samostatne do Faradayovej nádoby. Zmerajte náboje na páskach tak, že ich dáte spolu do Faradayovej nádoby.

Skúmanie nabíjania dotykom pomocou rozdeľovačov náboja

Pomocou senzora náboja, Faradayovej nádoby a rozdeľovačov náboja z tejto súpravy zmerajte náboj prenesený z jedného objektu na druhý. Pošúchajte rozdeľovače náboja navzájom o seba. Vložte biely rozdeľovač náboja do nádoby bez toho, aby ste sa jej dotkli. Sledujte náboj. Teraz sa dotknite bielym rozdeľovačom náboja kovovej nádoby a vyberte rozdeľovač náboja z nádoby. Opäť pozorujte náboj. Uzemnite systém a vybite senzor stlačením a podržaním tlačidla reset na senzore. Zopakujte uvedené kroky so šedým rozdeľovačom náboja.

Referencie

Veľa z popísaných experimentov je založených na návrhoch ktoré predstavil Robert Morse, PhD. Odporúčame prečítať si nasledujúce práce od Dr. Morseho.

Electrostatics with Computer-Interfaced Charge Sensors, The Physics Teacher, November 2006, Volume 44, Issue 8, pp. 498-502

Robert A. Morse, *Teaching About Electrostatics*, AAPT, College Park, MD, 1992

Ďalším výborným zdrojom aktivít, zvlášť aktivít s priesvitnou páskou je Chabay, Ruth, and Sherwood, Bruce, *Matter and Interactions II: Electric and Magnetic Interactions*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2007

Ďalšie výrobky vhodné na použitie s touto súpravou

Vernierov senzor náboja (CRG-BTA)

Tento senzor sa používa ako elektronický elektroskop, ktorý dokáže robiť kvantitatívne merania. Číselné merania vylepšia mnohé elektrostatické experimenty, napríklad nabíjanie indukciou, nabíjanie trením a nabíjanie dotykom. Senzor sa dá použiť aj na meranie polarít náboja.



Vysokonapäťová elektrostatická súprava (HVEK-CRG).

Súprava je príslušenstvom určeným pre Vernierov senzor náboja (CRG-BTA). Používa sa spolu s Faradayovou nádobou, ktorá je súčasťou tejto súpravy, a so senzorom náboja na skúmanie náboja na guli. Výstupný prúd vysokonapäťového zdroja je veľmi malý, preto je zdroj pri štúdiu elektrostaticky bezpečný.

So súpravou sú možné tieto experimenty

- Vyšetrovanie rozloženia náboja na guli
- Prenos náboja na kontakte medzi dvoma guľami
- Nabíjanie indukciou

Súprava obsahuje:

- Elektrostatický vysokonapäťový zdroj (jednosmerný výstup 750, 1500, 3000, 6000 V)
- Uzemňovací vodič
- Napäťový konektor
- Skúšobnú platničku
- Dve vodivé gule



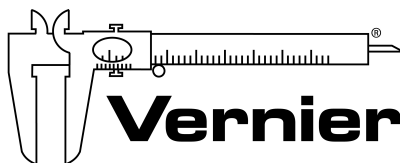
Záruka

Záručné podmienky platné na území Slovenska sa riadia podmienkami vydanými distribútorom výrobkov Vernier na Slovensku, ktoré sú súčasťou dodávky výrobku, a ostatnými platnými zákonmi. Vylúčenie zo záruky: Záruka predpokladá normálne používanie výrobku v súlade s jeho návodom na použitie za bežných laboratórnych podmienok. Pod záruku nespadá nesprávne použitie výrobku, jeho poškodenie vonkajšími vplyvmi, zmena jeho konštrukcie užívateľom a podobné udalosti. Záruka sa tiež nevzťahuje na bežné opotrebovanie a spotrebný materiál, ak takýto materiál výrobok obsahuje.



Vernier Software & Technology
13979 SW Millikan Way
Beaverton, OR 97005-2886
www.vernier.com

Slovensko: PMS Delta s,r,o,
Fándlyho 1
07101 Michalovce
www.pmsdelta.sk



Measure. Analyze. Learn.™

Preklad: Peter Spišák, 2011

Rev. 6/15/2011