

Elektrostatika

Tematický celek elektrostatika se týká 3-4 vyučovacích hodin. V textu nejsou hodiny striktně rozděleny (jejich dělení záleží na učiteli), oddělena jsou pro přehlednost jednotlivá témata.

V průběhu hodin žáci zkoumají základní poznatky z elektrostatiky. Přestože jde o téma, se kterým se žáci často setkávají už před začátkem výuky v 6. třídě (a mnohdy už při úvodních experimentech téma pojmenovávají „to znám, to je statická elektřina“), obvykle ho vnímají jako těžké. Je proto potřeba nechat dostatek času na pochopení těchto jevů. Na téma se částečně navazuje později při probírání elektrických obvodů.

Toto téma je vhodné zařadit až po probrání Vlastností vzduchu a Magnetismu (viz Metodická poznámka na str. 4).

Cíle výuky:

Základní úroveň

- Žák na experimentu ukáže, že: existuje el. náboj, lze ho přenášet z jednoho místa na druhé, existují dva druhy náboje, rozliší, zda jsou předměty nabitý souhlasně nebo nesouhlasně (stejně se odpuzují, nesouhlasné se přitahují)

Vyšší úroveň

- Žák popíše souvislost mezi jednotlivými izolovanými jevy (viz základní úroveň); např. vysvětlí chování náboje při elektrostatické indukci
- Žák jmenuje příklady, na kterých ilustruje souvislost mezi elektrostatikou a elektrickým proudem

Nejvyšší úroveň

Totéž co vyšší, a navíc:

- Žák předpoví a experimentálně ověří, co se stane, pokud experiment lehce obměníme (např. místo prstu se plechovky dotkneme dřevěnou tyčkou...).
- Žák aplikuje získané poznatky při vysvětlení pro něj nových experimentů.

Poznámka: Obecně se předpokládá, že výuka směřuje až k nejvyšší úrovni cílů s tím, že ne všichni žáci ji musí dosáhnout. Většina žáků by ale měla dosáhnout minimálně vyšší úrovně. Základní úroveň je chápána jako nepodkročitelná.

Základní vlastnosti elektrického náboje

pomůcky:

brčka, papírové kapesníky, novodurová tyč, plechovka, polystyren, flanel (nebo jiná vhodná látka), kousek alobalu, kancelářská sponka, tyče z různých materiálů (špejle, pletací jehlice, plastová tyčka,...)

Učitel otře brčko papírovým kapesníkem a ukáže dětem, něco z toho, co se s ním dá dělat (zvedá chlupy, zvedá malé papírky, dvě nabitá brčka se odpuzují, brčko může kutálet plechovku,... dá se přilepit na zed'). Pak rozdá žákům brčka a kapesníky a nechá jim čas na samostatné zkoumání. (5-10 min podle zájmu žáků). Žáci mohou dle vlastní volby pracovat samostatně nebo spontánně tvořit skupinky.

Pozn. Občas je potřeba žákům ukázat jak otřít brčko¹, aby to fungovalo. Pozor, některá brčka nefungují ani při správném otření, je potřeba je předem vyzkoušet.

U: „Na co všechno jste přišli? Co vše lze s tím brčkem dělat?“

Ž: „....“

Učitel nechá žáky popřemýšlet, jak by pokusy mohly fungovat, co by tohle chování mohlo způsobit. Žáci si své nápady zapíší, aby se k nim mohli na konci tématu vrátit.

U: „Dobře, tak to „něco“, co se stalo s brčkem, pojďme zkoumat dál. Kromě brčka můžu takto upravit i plastovou tyč, dívejte se.“ Učitel otře tyč a ukáže s ní některé z pokusů, aby si žáci ujasnili, že na tyči je totéž, co měli na brčku.

U: „Hodilo by se nám toho mít víc – co kdybychom to zkusili dát do plechovky?“ Učitel otře nabitou tyč o plechovku postavenou na polystyrenu.

U: „Jak poznám, jestli tam něco mám?“

Žáci vyzkouší několik nápadů. Typicky se objevuje: dotknu se, přiblížím k tomu drobné papírky (chlupy apod.). Učitel žáky dovede k tomu, že by se hodilo, aby to tam zbylo i poté, co zjistíme, jestli to tam je (dotyk tedy není vhodný) – pomůže pověšený alobalový lístek², který se ale od plechovky odpuzuje. Stejně tak učitel žákům ukáže, že při dotyku plechovky se rozsvítí doutnavka (samozřejmě stačí ji označit jako „divná žárovka“ apod. název doutnavka nemusí zaznít) nebo zářivka.

Učitel žákům ukáže, že pokud tyč o plechovku otře víckrát, lístek se zvedne víc – dá se toho do plechovky „nacpat“ víc.

U: „Jak byste to, co zkoumáme, nazvali?“

Žáci si mohou zkusit vymyslet vlastní název, učitel jim řekne, že ve fyzice se používá název elektrický náboj. Někteří žáci mohou tento název znát.

¹ Brčko je potřeba zmáčknout, pak ho stačí otřít jen 2-3 (jen jedním směrem), při lehkém „šmrdlání“ se nabíjí mnohem hůř.

² Osvědčilo se lístek pověsit na „háček“ z kancelářské sponky – má větší volnost pohybu, takže se zvedne snáz i při menším náboji na plechovce.

Metodická poznámka: *Není vhodné rovnou používat pojem elektrický náboj, doporučuji při úvodním zkoumání používat slovní spojení „na tyči se NĚCO objevilo, to NĚCO není vidět, dá se přendat do plechovky, atd.“ Jak už bylo řečeno výše, žáci mnohdy znají více či méně správné pojmy (statická ale i statistická elektřina, električka, apod.), avšak tyto pojmy jsou pro ně prázdné, nemají pod nimi žádný obsah. Tím, že používáme slovo NĚCO, umožníme žákům, aby si nejdříve vybudovali alespoň základní představu, a teprve potom tuto představu pojmenujeme.*

Kolega Milan Rojko pro to používal následující příměr: „Fyzika se často učí tak, že se vezme pytel, nalepí se na něj cedule s názvem, a pak se učitel snaží do tohoto pytle dětem sypat vědomosti. Nevšimne si ale, že ten pytel má dole díru, poznatky propadávají pryč, a dětem v hlavě zůstane jen ten prázdný pytel s cedulí. My se snažíme nejdříve naplnit ten pytel, a teprve potom na něj nalepit tu ceduli. Jsme přesvědčeni, že tímto způsobem těch poznatků a vědomostí dětem zůstane víc.“

U: „Kde náboj na té plechovce je? Je všude, nebo jen tam, kde máme ten alobalový lístek? Jak bychom to mohli zjistit?“

Ž: „Dám tam víc lístků.“, „Dotknu se jinde, než je lístek“,... Žáci experimentálně ověří, že to je na plechovce všude.

U: „Je to skutečně všude? Co když dám lístek alobalu také dovnitř, na vnitřní stranu plechovky?“

Učitel dá lístek jednak zvenku, jednak zevnitř plechovky a ukáže žákům, že vnitřní lístek se nehýbe a nezvedá (bude asi potřeba je pozvat k demonstračnímu stolu, aby dovnitř viděli).

U: „Viděli jsme, že se zvedá pouze lístek pověšený zvenku. Proč to tak je? Tak si představte, že jsou náboje na plechovce (kreslí na tabuli plechovku při pohledu shora, tedy mezikruží o nějaké tloušťce), víme, že se navzájem odpuzují, chtějí být od sebe co nejdál, a přitom žádný není privilegovaný. Kde se náboje za těchto podmínek rozmístí?“

Ž: „Na vnější straně plechovky.“

U: Máme tedy další vlastnost náboje – na plechovce je zvenku.

U: „Mohli bychom náboj nějak přendat na jinou plechovku? Jak bychom to museli udělat?“ Učitel postaví na stůl na polystyren druhou plechovku s lístkem a nechá žáky navrhnout různé „mosty“, kterými by šlo plechovky spojit. Experimentálně ověří, které mosty jsou „dobré“ – náboj po nich přeběhne na druhou plechovku a které jsou „špatné“.

Žáci sami pojmenují „dobré“ mosty jako vodiče, „špatné“ mosty jako nevodiče/izolanty. Je také možné používat termín horší či špatný vodič místo „nevodič“ a s žáky prodiskutovat, že neexistují ideální nevodiče.

Pozn. Vodivost dřeva závisí na jeho vlhkosti – suchá špejle vede velmi špatně, ale špejle, která pohltila vzdušnou vlhkost (stačí, že několik let ležela ve skříni) velmi často vede.

POZOR!

V této souvislosti je vhodné žákům připomenout, že se jistě setkali s návodem na to, jak provést první pomoc při úrazu elektrickým proudem způsobeným spadlými dráty

vedení – a to vzít větve, a tou odstrčit dráty. Je důležité s žáky diskutovat o tom, že větve sebraná někde v přírodě určitě nebude dostatečně suchá na to, aby nevedla proud, a tedy v této situaci hrozí velké nebezpečí i zachránci. Dětem je potřeba říci, že jediné správné řešení je zavolat na záchrannou linku, která zařídí vypnutí proudu a poskytne odbornou první pomoc.

U: „Pojďme shrnout, co vše už o elektrickém náboji víme.“

- objeví se to na tyči nebo na brčku, když to třeme hadrem, kožešinou nebo papírovým kapesníkem
- může to zvedat papírky, chlupy apod.
- přitahuje se to ke zdi, přitahuje to plechovku
- lze to dát na plechovku, můžeme tam toho nacpat i víc
- odpuzuje to lístek alobalu, dá to ránu, rozsvítí doutnavku
- není to vidět
- působí to na dálku (kutálející se plechovka se přitáhla i bez dotyku, lístek na plechovce se od tyče odpuzuje také bez dotyku)
- na plechovce se to pohybuje, je to na ní všude, ale zvenku
- po některých materiálech se to pohybuje a přeběhne to na druhou plechovku, těm se říká vodiče, po jiných se to nepohybuje (nevodiče nebo izolanty)
-

U: „Zkusme hledat nějaká připodobnění – zamyslete se teď každý sám nad jednotlivými vlastnostmi, některou z nich si vyberte a zkuste doplnit větu: „Chová se to jako....., protože.....“ Uvedu příklad: Chová se to jako vysavač, protože to zvedá papírky.“

Úkol je pro žáky poměrně těžký – poprvé se setkávají s tím, že se nějaký jev připodobňuje modelem. Je proto možné, že někteří žáci budou mít problém s pochopením zadání. Je vhodné žáky nechat chvíli vymýšlet různé modely a pak je sdílet s ostatními (buď rovnou s celou třídou, nebo nejdřív v menších skupinkách).

Učitel pak může shrnout, že docela užitečné modely pro nás jsou:

- chová se to jako **magnet**, protože to působí na dálku, někdy se to přitahuje a někdy odpuzuje
- chová se to jako **mravenci**, protože se to rozleze na celou plechovku, „kouše“ to, přebíhá to po mostě
- chová se to jako **vzduch**, protože to není vidět, zaujme to celý prostor, který může, dá se to stlačit (když nabiju plechovku jen trochu, je náboj všude, když další náboj přidám, je také všude – podobně jako když dofukuji basketbalový míč).

U: „Ve fyzice se s těmito modely „chová se to jako...“ budeme ještě potkávat – může nám to pomoci si problém lépe představit, protože místo něčeho, co neznáme, si představíme např. mravence, kteří se pohybují po mostě mezi plechovkami. Na druhou stranu je potřeba si uvědomit, že tento model ukazuje jen jednu (nebo několik málo) vlastnost toho, co zkoumáme – mravenci jsou na rozdíl elektrického náboje vidět a neodpuzují papírky.“

Metodická poznámka: Vzhledem k tomu, aby bylo možné použít modely elektrického náboje, je vhodné před Elektrostatikou probrat Vlastnosti vzduchu a Magnetismus. Učíme tak postupně děti pracovat s neviditelnou realitou. Nejdříve se vzduchem, který nevidíme, ale jeho vlastnosti můžeme snadno zkoumat, pak s magnetickým polem, které si můžeme zviditelnit pomocí železných pilin, a na závěr s elektrickým nábojem, kde už si děti skutečně musí pouze představovat, jak se náboje při různých experimentech chovají.

Elektrostatická indukce

Metodická poznámka. Toto je první experiment, kdy se pracuje s tím, že existují dva druhy elektrického náboje (dosud jsme to k ničemu nepotřebovali). Učitel by tedy měl zkusit děti otázkami dovést k tomuto klíčovému poznatku, pokud na to někdo z dětí nepřijde při přemýšlení doma.

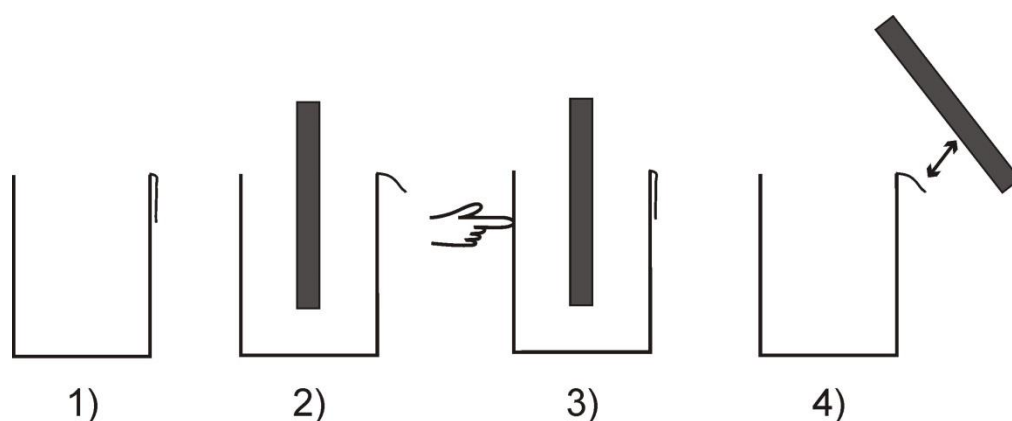
Pokud se však rozhodnete zavést existenci dvou druhů náboje hned v úvodních experimentech, tento poznatek žákům sdělit a ukázat, místo toho, abyste je nechali nad tím přemýšlet a „vymyslet“ to, je to samozřejmě také možné (například v situaci, kdy je třída slabší, máte na téma málo času, apod.). V tom případě je možné elektrostatickou indukci v šesté třídě vůbec nedělat a nechat ji až do 8. či 9. ročníku.

U: „Dosud jsme nabíjeli plechovku tak, že jsme ji otřeli tyčí. Umím to ale i jinak, dívejte se.“

Učitel vloží tyč do plechovky (bez dotyku!), dotkne se plechovky rukou zvenku, poté tyč vyndá a ukáže, že se lístek k tyči přitahuje.

Žáci písemně popíší, co viděli a jak se choval lístek. Je vhodné dbát na to, aby šlo opravdu o popis, ne o vysvětlení.

Samotné vysvětlení mohou dostat na rozmyšlení za domácí úkol, ale obvykle je experiment příliš těžký. Je proto potřeba mu věnovat dostatek času a dostatečně rozkreslit jednotlivé fáze:



Obr. 1. Rozkreslení elektrostatické indukce

- 1) Máme prázdnou plechovku (doporučuji kreslit plechovku „tlustší“, aby se lépe znázorňovaly různé náboje zvenku a zevnitř), lístek je dole
- 2) Vložili jsme tyč dovnitř plechovky (bez dotyku), lístek se zvedl.
- 3) Dotkli jsme se plechovky zvenku, lístek spadnul.

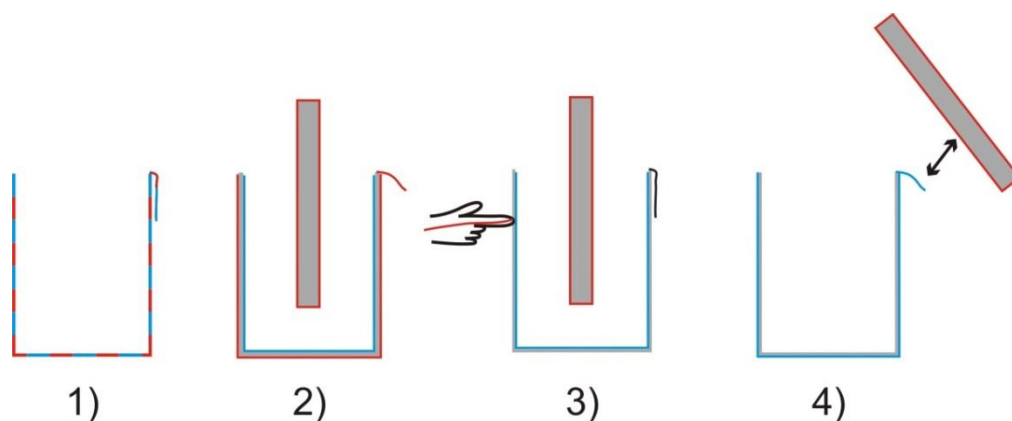
4) Vyndali jsme tyč, lístek se zvednul a k tyči se přitahoval.

Vysvětlení je možné vést například podle následujících kroků diskuze se žáky:

- 1) Na tyči je náboj, který už známe...označme ho třeba červeně (učitel červeně obtáhne tyč na všech obrázcích).
- 2) Protože se lístek k tyči na 4. obrázku přitahuje, zdá se, že na plechovce je nějaký jiný náboj...tak ho prozatím označme modře. A co zbytek plechovky? Když se lístek odpuzuje, jaký na ní bude náboj? (učitel obtáhne lístek a vnější část na 4. obrázku plechovky modře)
- 3) Vzhledem k tomu, že je lístek na druhém obrázku zvednutý, jaký náboj je na lístku? Ten samý co na tyči – lze to dokázat druhou „červenou“ tyčí. Lístek od této tyče odpuzuje. Můžeme také uvažovat, že kdyby tam byl druhý, bude se přitahovat k tyči, a tedy bude uvnitř plechovky (učitel vybarví lístek a vnější část plechovky na 2. obrázku červeně)
- 4) Co se s tímto červeným nábojem stalo na 3. obrázku, když jsme se plechovky dotkli prstem? Všimněte si, že lístek spadl. Červený náboj jsme odvedli (učitel naznačí, že červený náboj odešel přes ruku pryč)
- 5) Vraťme se ke 4. obrázku – tam máme modrý náboj – kde je na 3. obrázku? Musí být uvnitř plechovky, protože se k tyči přitahuje (učitel vybarví vnitřní část plechovky na 3. obrázku modře)
- 6) Kde je tedy modrý náboj na 2. obrázku? (Učitel opět vybarví vnitřní část plechovky modře)
- 7) Tak a kde se oba náboje vzaly? Na 1. obrázku žádný náboj není... Učitel žáky dovede k tomu, že na plechovce jsou pořád přítomny oba náboje a obou je tam stejně. Náboj se projevuje jen tehdy, pokud některý z nich v daném místě převažuje. *(Vyjádření jednoho dítěte – ta nabitá tyč ty náboje v prvním obrázku „probudila.“)*

Žáci ve dvojicích udělají závěr, co lze na základě tohoto experimentu jednoznačně říct o chování náboje. Žáci by měli dospět k tomu, že existují dva druhy náboje, že se souhlasné náboje odpuzují a nesouhlasné přitahují.

Učitel experiment pojmenuje – elektrostatická indukce.



Obr. 2. Elektrostatická indukce – řešení

Učitel žákům ukáže skleněnou tyč a předvede některé z předchozích experimentů s ní. Ukáže, že pokud plechovku nabije z plastové tyče, bude se lístek ke skleněné tyči přitahovat apod. – na plastové tyči vzniká „červený“ náboj, na skleněné tyči „modrý“. Učitel může žákům sdělit, že náboje jsou označovány jako záporný (na plastové tyči) a kladný (na skleněné). Pokud má učitel detektor náboje, je možné žákům ukázat, že náboj nevzniká, jen se přerozděluje – pokud je na plastové tyči záporný, je na flanelu kladný atd. Stejně tak je možné jako nadstavbu ukázat další kombinace materiálů: např. při tření plastové tyče teflonem vzniká na tyči kladný náboj a na teflonu záporný.

Problémová úloha:

Úloha je vhodná jako dobrovolný domácí úkol. Učitel ukáže žákům, že je možné mít dvě plechovky, každou nabitou jiným nábojem – jednu nabije otřením, jednu indukci a ukáže, že se jeden lístek k tyči přitahuje, druhý odpuzuje.

U: „Navrhňte experiment, kterým uděláte totéž (budete mít dvě plechovky, každou nabitou jiným nábojem), ale tyč nabijete jen jednou, uděláte to najednou, při jednom experimentu, ne nadvakrát, jak jsem to teď dělal já.“ Úloha je poměrně těžká, ale obvykle ji buď někdo vyřeší, nebo na řešení přijde třída kolektivně s nápovědou učitele. Řešení: Obě plechovky spojit nějakým vodivým mostem, do jedné plechovky vložit (bez dotyku) nabitou tyč, nevodičem odstranit most, vyndat tyč a vyzkoušet, že se k tyči jeden lístek přitáhne a druhý odpudí.

Problémové experimenty

Následující experimenty doporučuji zařadit až do 8. či 9. třídy, kdy se probírá Elektromagnetismus, před kterým je vhodné zopakovat základní poznatky z elektřiny a magnetismu. Učivo se tím oživí a žáci budou mít možnost řešit nějaké nové úlohy. Pro starší žáky jsou to experimenty také mnohem více překvapivé, než pro šestáky, kteří se diví skoro všemu☺.

1. Perpetuum mobile s plechovkami

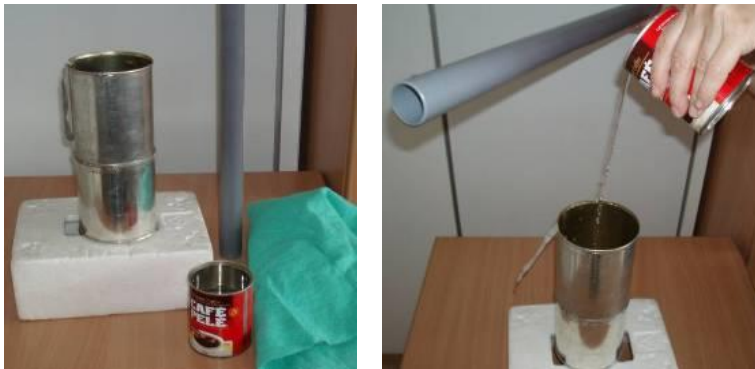
Učitel postaví plechovku (raději vyšší) na polystyren. Vloží nabitou tyč do plechovky a ke kraji plechovky přiloží doutnavku. Doutnavka blikne. Učitel potom dá doutnavku pryč a oddálí tyč. Po opětovném přiložení doutnavky k plechovce je vidět druhé bliknutí. Celý děj je možné mnohokrát opakovat. Lze pozorovat, že doutnavka bliká, aniž by se nabitá tyč plechovky dotkla.



Tento pokus je poměrně překvapivý. Při jeho řešení žáci musí prokázat porozumění principu elektrostatické indukce. Po vyřešení problému může učitel se žáky mluvit i o tom, zda může nebo nemůže existovat perpetuum mobile.

2. Nabíjení plechovky vodou

Učitel postaví plechovku s lístkem alobalu na polystyren a vyzkouší, zda se plechovka dá nabít otřením nabitou tyč, tedy zda se lístek alobalu zvedá). Učitel plechovku vybije a připraví si druhou plechovku s trochou vody. Učitel nabije tyč a z druhé plechovky lije do stojící plechovky pomalu stojící tenký pramínek vody (tak, aby se voda během padání rozpadala na kapičky). Pokud učitel přiblíží nabitou tyč k padající vodě, je vidět, že se lístek alobalu na stojící plechovce zvedá. Pomocí tyče lze ověřit, že se plechovka nabíjí nábojem opačným, než je na tyči.



Experiment je pro žáky zajímavý a překvapivý – zvláště proto, že se často v souvislosti s elektrostatikou mluví o tom, že pokusy nefungují, neboť je vzduch vlhký.

Na závěr tematického celku lze ukázat i další pomůcky využívající některých jevů z elektrostatiky (už bez vysvětlení, jen jako zajímavost), např. magickou levitační hůlku, indukční elektriku apod.

Shrnutí a upevnění poznatků – REFLEKTIVNÍ AKTIVITA

Zadání:

Představte si, že váš kamarád byl dlouho nemocný. V encyklopedii si našel některé vlastnosti elektrického náboje. Chtěli byste mu pomoci, aby této látce lépe porozuměl.

1. Seřadte jednotlivé vlastnosti v takovém pořadí, jak by bylo nejlepší mu je ukazovat, aby to dobře chápal.
2. Popište nebo nakreslete, jaké experimenty byste mu k jednotlivým vlastnostem ukázali.

Jednotlivé vlastnosti vystřihněte, seřadte v nejlepším pořadí podle vašeho názoru a nalepte pod sebe, ke každé vlastnosti přikreslete a popište experiment (můžete použít obě strany papíru).

Učitel může po proběhlé aktivitě žáky požádat, aby na konec pracovního listu zdůvodnili, proč vybrali zrovna toto pořadí vlastností.

Vlastnosti:

EXISTUJÍ ELEKTRICKÉ VODIČE A NEVODIČE

V NĚKTERÝCH VLASTNOSTECH SE ELEKTRICKÝ NÁBOJ CHOVÁ JAKO VZDUCH

V NĚKTERÝCH VLASTNOSTECH SE ELEKTRICKÝ NÁBOJ CHOVÁ JAKO MAGNET

ZÁŘIVKA SE PŘI DOTYKU NABITÉ PLECHOVKY CHOVÁ JINAK NEŽ PŘI DOTYKU NABITÉ TYČE

EXISTUJÍ DVA DRUHY NÁBOJE – KLADNÝ A ZÁPORNÝ

PLASTOVOU TYČ JDE NABÍT TŘENÍM KOŽEŠINOU

NABITÁ TYČ PŘITAHUJE DROBNÉ PAPIRKY

ELEKTRICKÝ NÁBOJ NENÍ VIDĚT

NÁBOJ SE NA PLECHOVCE ROZPROSTŘE VŠUDE NA POVRCHU

STEJNÉ NÁBOJE SE ODPUZUJÍ

OPAČNÉ NÁBOJE SE PŘITAHUJÍ

ELEKTRICKÝ NÁBOJ MŮŽE ROZSVÍTIT ZÁŘIVKU