

Pokus č. 01

# Jak vypadá elektřina?

## Aktivita 1 – zahajovací brainstorming (otázky pro inspiraci)

1. Co si představíte pod pojmem „elektřina“?
2. Je elektřina viditelná? Pokud ano, jak ji můžeme vidět?
3. Setkali jste se někdy s nějakým elektrickým jevem? Jaký to byl?
4. Kdybyste měli elektřinu nakreslit, jak by váš obrázek vypadal?
5. Můžeme elektřinu zažít na vlastní kůži? Vymyslete příklad?
6. Je pro nás elektřina důležitá? Jak a kde vzniká?
7. Jaké fyzikální veličiny používáme pro popis jevu, kterému říkáme „elektřina“?

## žáci vyplňují doplňovačku a křížovku

### Aktivita 2 – John Travoltage

V zahajovací diskusi pravděpodobně zazní, že se žáci s elektřinou setkali ve formě tření (případně je k tomu navedeme). V této [simulaci](#) můžete šoupat nohou Johna Travoltage o koberec, přičemž se na jeho těle bude kumulovat elektrický náboj stejným mechanismem, jako když třete hřeben o vlasy nebo svačínový sáček o ruce. Posunutím Johnovy ruky směrem ke kouli na dveřích se náboj vybije a John dostane ránu! Mezi jeho prstem a koulí dveří uvidíte elektrický výboj. Simulace funguje i na telefonu. V této [simulaci](#) můžete po tření balónku o svetr navíc pozorovat pohybový účinek Coulombické síly.

### Aktivita 3a – Van de Graaffův generátor

Zaujměte žáky sérií pokusů se statickou elektřinou s Van de Graaffovým generátorem.

#### Pomůcky:

- Van de Graaffův generátor nebo elektrostatický generátor
  - Kus polystyrenu nebo jiného izolátoru
  - Hřebík nebo jehlu
  - Bublifuk
- a) Nabijte generátor a zemnicí koulí udělejte výboj. Diskutujte s žáky, s jakým elektrickým napětím pracujete (elektrická průraznost vzduchu je přibližně 30 kV/cm, tudíž např. výboj o délce 5 cm představuje napětí 150 kV).
- b) Nechte dobrovolně osobu z řad žáků (ideálně někoho s dlouhými vlasy), aby měla na generátoru při jeho nabíjení ruce, a to ve dvou případech:
1. Osoba stojí na zemi – kumulace náboje na tělo je zanedbatelná, žádný strach, osoba funguje jako bleskosvod a náboj uzemňuje.
  2. Osoba stojí na izolátoru (např. kus polystyrenu) – dochází ke kumulaci náboje a vstávání vlasů (odpuzují se Coulombovou silou, která je větší než gravitace).
    - Při dotyku mezi zemnicí koulí a generátorem ucítí osoba průchod elektrického proudu („dostane ránu“), stejně tak při dotyku s jinou osobou.
    - Pokud k vlasům osoby přiblížíte hrot (hřebík, jehlu, v krajním případě i prst), náboj z těla osoby se částečně uzemní a vlasy poklesnou (intenzita elektrického pole je největší na hrotech a hranách, proto je náboj sváděn směrem k hrotu).

- c) Vysvětlíte žákům, že i při napětí v řádu desítek až stovek kV nemusí být elektřina nebezpečná, neboť elektrický proud je velice malý. Přesto ale na vodiče nesaháme!
- d) Nechte žáky hádat, co se stane, pokud osoba zvedne jednu ruku z generátoru při nabíjení a následně ji na něj vrátí (nestane se nic, neboť je stále na stejném potenciálu, podobně jako když pták sedí na jednom drátu elektrického vedení). Elektrický proud protéká až v případě, že jedna ruka osoby je na kouli generátoru a druhá ruka se přiloží k zemnicí kouli.
- e) Dostatečně pomalu foukněte bublifukem bublinky směrem k nabitému generátoru. Při přiblížení ke kouli se na původně neutrální bubliny přenesou stejný náboj, jaký je na generátoru, a na bubliny začne působit odpuzivá Coulombova síla. Výsledkem je jejich náhlá změna pohybu do protisměru.

### Aktivita 3b

Nemáte-li ve škole k dispozici Van de Graaffův generátor, nevadí! K pozorování výboje lze využít i elektrostatický generátor. Jiskru vyrobíte také třením ebonitové či jiné tyče vhodným materiálem, prokázat ji můžete přiložením zelektrované tyče k malé sodíkové výbojce, která by měla krátce bliknout.

### žáci dělají cvičení s přiřazením náboje, proudu a napětí

#### Aktivita 4 – sestavení obvodů

V [simulaci](#) nechte žáky sestavit jednoduchý elektrický obvod, který bude obsahovat např. zdroj elektrického napětí, žárovku a spínač. Obvod lze sestavit i na mobilním telefonu. Při správném uzavření elektrického obvodu znázorňuje pohyb elektronů ve vodiči průchod elektrického proudu a žárovka svítí. Velikosti napětí a proudu lze změřit ampérmetrem a voltmetrem. Napětí zdroje lze měnit, při jeho zvětšení lze např. pozorovat větší rychlost elektronů a větší svit žárovky.

### žáci vyrábí kouzelnou hůlku

### žáci se dívají na [videopokus](#) a zapíší si zajímavosti

#### Aktivita 5 – diskuze o blesku (otázky pro inspiraci)

- Co vás napadne, když slyšíte slovo „blesk“?
- Jak blesk vzniká? Co ho způsobuje? Jak souvisí s elektrickým nábojem? Co se děje v mracích, než k němu dojde?
- Jak dlouho blesk trvá?
- Proč blesk doprovází hrom? Co způsobuje zvuk, který slyšíme?
- Může být blesk a hrom nebezpečný?
- Jak bychom se před bleskem mohli/měli chránit?
- Jaké přírodní nebo technické jevy dokáží napodobit blesk?
- Proč blesk často zasahuje vysoké objekty, jako jsou stromy, budovy nebo stožáry?

Zajímavost, jak může být blesk nebezpečný (video obsahuje citlivé záběry) – [YouTube video](#).

### žáci doplňují cvičení o blesku

#### Aktivita 6 – experiment s vodivostí

Ve videopokusu je řečeno, že suché dřevo vede elektřinu hůře než dřevo mokré. Předpřipravte si experiment, kterým to na hodině žákům prokážete.

### Pomůcky:

- Zdroj (vysokého) napětí
- Sada vodičů
- Dioda nebo slabá žárovka
- 2 dřevěné destičky ze stejného typu dřeva
- Vodný roztok soli
- Hřebíky, kladívko
- Voda s rozpuštěnou solí, 4 hřebíky, kladívko

### Provedení:

1. Do každé destičky přibijte kladívkem 2 hřebíky ve vzdálenosti pár cm od sebe.
2. K hřebíku na jedné straně destičky připojte vodičem zdroj (vysokého) napětí.
3. K hřebíku na druhé straně destičky připojte vodičem diodu nebo slabou žárovku.
4. Povrch jedné destičky potřete roztokem soli, druhou destičku nechte suchou.
5. Zapněte zdroj (vysokého) napětí a pozorujte rozdíl ve svícení diody či žárovky.

### Žáci vyplňují kvíz

#### Zajímavost 7 – kvíz

Elektrony se v kovovém vodiči, který není připojen ke zdroji elektrického napětí, chaoticky pohybují v souladu s principy kinetické teorie látek. Rychlost tohoto pohybu je značná – okolo 10<sup>6</sup> m/s. Přestože se pohybují tak velkou rychlostí, pohybují se zcela nahodile (chaoticky) a v celkovém součtu neexistuje převažující směr pohybů elektronů, neteče tudíž žádný elektrický proud. Připojení vodiče ke zdroji elektrického napětí dodá elektronům jen malinkou, tzv. driftovou rychlost, která způsobuje pohyb elektronů ke kladné svorce zdroje a která může řádově být 10<sup>-4</sup> m/s. Chaotický pohyb ale neustává a jelikož je oproti driftovému pohybu o 10 řádů významnější, má na pohyb elektronů zcela rozhodující vliv. Abychom byli zcela správní, je potřeba uvést, že rychlost hlemýždě zahradního („šneka“, který se vyskytuje v odpovědi) je asi o řád vyšší než uvedená driftová rychlost, ale vzhledem k ostatním možnostem je rozhodně nejbližší.

Šíření elektrického signálu ve vodiči nesouvisí s rychlostí elektronů, ale s rychlostí šíření elektromagnetického pole. Tato rychlost je srovnatelná s rychlostí světla (přibližně 2/3), ale závisí na vlastnostech vodiče (např. čistota kovu, okolní izolace) a také na frekvenci signálu (u vysokofrekvenčních obvodů způsobí zpomalení šíření signálu tzv. skin efekt).

#### Další zajímavosti

##### Proč je zakázáno čerpat pohonné hmoty do nádob z plastů?

Plastové nádoby mají špatnou vodivost a snadno se nabíjejí statickou elektřinou. Při čerpání pohonných hmot může docházet k tření kapalin o povrch nádoby, což generuje statický náboj. Pokud tento náboj dosáhne dostatečné úrovně, může dojít ke vzniku jiskry při přiblížení k uzemněným kovovým částem (například výdejní pistolí). Jiskra v přítomnosti hořlavých výparů pohonných hmot může způsobit požár nebo výbuch.

##### Proč se letadla při doplňování paliva uzemňují?

Letadla se během letu i pojíždění po zemi nabíjejí statickou elektřinou. Tření vzduchu o povrch letadla, pohyb gumových pneumatik po povrchu nebo tření paliva o stěny nádrže generují statický náboj. Pokud by nebylo letadlo uzemněno, náboj by mohl při kontaktu s kovovou výdejní pistolí vytvořit jiskru a zapálit hořlavé výpary z paliva. Uzemnění zajišťuje, že elektrický potenciál letadla a okolí je vyrovnaný. Statická elektřina z letadla je odvedena do země, čímž se eliminuje riziko jiskření.