

# Název: Kutálení plechovek

**Téma: Elektrostatika**

**Úroveň: 2. stupeň ZŠ, popř. i SŠ**

**Tematický celek: Vidět a poznat neviditelné**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Předmět (obor):</b>      | fyzika   |
| <b>Doporučený věk žáků:</b> | 11–13 let, popř. i starší  |
| <b>Doba trvání:</b>         | 1 vyučovací hodina   |
| <b>Specifický cíl:</b>      | naučit žáky řídit se při provádění experimentů textem nebo pokyny učitele a samostatně formulovat závěry z experimentů |

## Seznam potřebného materiálu:

**Pro každého žáka:** plechovka od nápoje, brčko, papírový kapesník

**Pro doplňující úkol pro každého žáka navíc:** plastová tyč, kožešina, nakloněná rovina

## Seznam praktických (badatelských) aktivit:

Zelektrování těles.

Zkoumání velikosti a účinků elektrostatické síly.

## Popis – stručná anotace:

Cílem aktivity je pomocí elektrostatické síly rozhýbat plechovku. Žáci pro splnění úkolu musí zjistit, jak zelektrovat tělesa a zkoumají účinky elektrostatické síly.

## Popis – jednotlivé součásti výuky

|                                | náplň práce  | čas              | potřebné vybavení a pomůcky   | činnost učitele   | činnosti žáků  |
|--------------------------------|--|------------------|---|---|--|
| Úvod do tématu – motivace      | Aktivita Neviditelná realita – část 3 z tématu Vidět a poznat neviditelné  | 1–2 vyuč. hod.   | Viz seznam potřebného materiálu aktivity Neviditelná realita – část 3 | Viz aktivita Neviditelná realita – část 3                           | Viz aktivita Neviditelná realita – část 3                        |
| Předlaboratorní příprava       | Opakování poznatků získaných během aktivity Neviditelná realita – část 3<br>Příprava pomůcek (učitel před hodinou)                             | 7 min.<br>3 min. | Viz seznam potřebného materiálu                                       | Vede rozhovor se žáky na dané téma.<br>Zadává žákům potřebné pokyny | Diskutují s učitelem<br>a plní jeho pokyny                       |
| Praktická (badatelská) činnost | Elektrování brčka a tyče různými materiály, porovnávání účinků takto vzniklé elektrostatické síly, kutálení plechovky pomocí elektrostat. síly | 25 min.          | Viz seznam potřebného materiálu                                       | Kontroluje práci žáků, pomáhá jednotlivým skupinám v případě obtíží | Provádějí experimenty, formulují hypotézy, vyvozují závěry       |
| Vyhodnocení výsledků           | Diskuse o tom, jak elektrostatická síla vzniká a působí, jak ji „použít“, aby byla co „nejúčinnější“   | 10 min.          | –   | Spolu s žáky shrnuje, případně doplňuje získané závěry              | Prezentují získané závěry a kontrolují jejich odbornou správnost |
| Prezentace výsledků            | Viz praktická činnost  | –                | –   | Viz praktická činnost   | Viz praktická činnost  |

Domácí úkol pro žáky:

Není.

# Přípravy pro učitele

---

**Úvod:** Cílem aktivity je pomocí elektrostatické síly rozhýbat plechovku.

Této aktivitě předchází sada základních žákovských pokusů z elektrostatiky. Je možné použít třeba aktivitu Neviditelná realita – část 2.

Následuje samozřejmě diskuze o tom, „co se na plechovce děje“ a čím je elektrostatická síla způsobena. Jako doplňkový úkol lze odhadnout velikost síly, která na plechovku působí. Tato úloha je vhodná spíše pro studenty SŠ.

**Úkol pro žáky:** Pomocí nabitého brčka rozkutálej plechovku.

**Pomůcky (pro každého žáka):** plechovka od nápoje, brčko, papírový kapesník

## Komentáře pro učitele k úkolu pro žáky:

- Předem je vhodné s dětmi zopakovat jiné důsledky elektrostatické síly – s brčkem si mohou žáci snadno vyzkoušet zvedání chlupů na ruce, zvedání lehkých papírků apod.
- Osvědčily se lehké plechovky od nápojů, plechovky od kompotů jsou těžké a působící silou se špatně rozhýbou.
- Místo brčka lze samozřejmě použít plastovou tyčku nebo pravítko otřené kožešinou – působící elektrostatická síla bude větší. Pro nabití brčka se kromě kožešiny osvědčil papírový kapesník.

## Doplňující úkoly pro žáky:

- Urči, která poloha brčka vůči plechovce je nejvýhodnější na rozpohybování.
- Místo jednoho brčka použij dvě. Je nějaký rozdíl v působící síle?
- Najdi největší vzdálenost, ze které lze ještě plechovku rozpohybovat. Liší se tato vzdálenost pro jedno brčko, dvě brčka, nabitou tyč?
- Uspořádejte závod plechovek. Čí plechovka se pomocí nabitého brčka jako první překutálí např. z jednoho konce třídy na druhý?

**Pomůcky (pro každého žáka):** plechovka od nápoje, brčko, papírový kapesník, plastová tyč, kožešina, nakloněná rovina

## Komentáře pro učitele k doplňujícím úkolům pro žáky:

- Je dobré, aby žáci objevili, že síla je tím větší, čím blíže je co největší část brčka – ideální poloha brčka je rovnoběžně s plechovkou ve výšce jejího těžiště.

- Pokud jsou brčka dvě, síla se zvětší.
- Dvě brčka mají dohromady větší náboj, proto největší vzdálenost, ze které lze plechovku ještě rozpohybovat, je pro dvě brčka větší. Ještě větší vzdálenost dostaneme, pokud použijeme nabitou tyč.
- Závodů plechovek jsou velmi úspěšné z motivačního hlediska. Vzhledem k tomu, že síla je opravdu malá a žáci předem nevědí o každé nerovnosti podlahy ve třídě, může mít závod velmi zajímavý průběh. Jeho výsledek tak určuje spíše náhoda a trasa dané plechovky, než schopnosti žáka.

### Doplňující úkoly pro žáky SŠ:

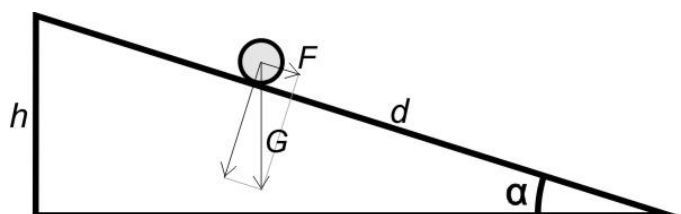
- Po splnění úkolů pro žáky ZŠ (viz výše) zkus odhadnout velikost působící síly.
- Navrhni pokus (a výpočet), kterým bys svůj odhad potvrdil.

### Komentáře pro učitele k doplňujícím úkolům pro žáky SŠ:

Na střední škole lze odhad síly získat pomocí nakloněné roviny:

Studenti dostanou nevodivou, hladkou a pevnou desku. Jejich úkolem je zjistit, jak velký ještě může být sklon desky, aby se po ní plechovka působením elektrostatische síly vykutálela.

- Kvantitativní odhad síly lze potom získat pomocí hmotnosti plechovky. Situace je znázorněna na obrázku:  
Délka nakloněné roviny je označena  $d$ , její výška  $h$ . Úhel sklonu je označen  $\alpha$ . Na plechovku působí tíhová síla (označena  $G$ ), která se rozkládá do dvou směrů. Síla  $F$  ve směru nakloněné roviny je vyrovnávána elektrostatische příťažlivou silou – jsou stejně velké a opačného směru.



Trojúhelník tvořený nakloněnou rovinou je podobný s trojúhelníkem tvořeným silami (věta podobnosti uu). Proto platí:

$$\frac{F}{G} = \frac{h}{d}$$

odkud po úpravě:

$$F = \frac{h}{d} G.$$

- Pro kvalitativní porovnání velikostí sil v různých případech lze využít „největší vzdálenost“ působení brčka. Jedná se pouze o „polokvalitativní odhady“ síly, rozhodně nelze z největší vzdálenosti určovat sílu přímo.

- Síla, kterou je plechovka přitahována k tyči/brčka, je hodně malá, za pomoci brčka vyjede plechovka po nakloněné rovině o sklonu max. cca 2°. Pokud použijeme tyč, zvětší se sklon na zhruba 5°. Maximální sklon závisí samozřejmě také na průhybu desky (a tedy tom, jak přesně jsme schopni sklon v daném místě změřit) a na tření mezi plechovkou a rovinou. V našich experimentech vycházela výsledná síla v desetinách newtonu.
- Se studenty lze po provedení aktivity diskutovat i o:
  - velikosti síly (a tedy vzdálenosti, ze které lze plechovku ovlivnit nebo sklonu nakloněné roviny)
  - pokud žáky necháte s plechovkou závodit, je vhodné zmínit vliv „kopců“ na podlaze, kterých si normálně ani nevšimnou
  - pokud se studenty budete odhadovat velikost působící síly, rozhodně doporučuji skončit u odhadu a nepočítat velikost síly.



## Závěrečné poznámky

### **Jiné varianty a další možné úpravy či doporučení**

viz Komentáře pro učitele v bloku Přípravy pro učitele

### **Reflexe po hodině**

viz Komentáře pro učitele v bloku Přípravy pro učitele

### **Navazující a rozšiřující aktivity**

viz Doplňující úkoly pro žáky SŠ v bloku Přípravy pro učitele