



Milan Ambrožič

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

## Električna prevodnost trdnin

Strategija (metoda): skupinsko delo

Starostna skupina: 9. razred OŠ

Generične kompetence: predvsem tiste, ki so povezane s skupinskim delom, npr. sposobnost skupinskega in individualnega dela, pisna in verbalna komunikacija, medosebna interakcija

Umetitev v učni načrt: Električni tok, Naravoslovni ali tehnični dan

Način evalvacije: pred-testi in po-testi z vprašanji izbirnega tipa, pregled delovnih listov

### A) Teoretični del

Opisani poskusi spadajo v poglavje *Električni tok* pri fiziki v 9. razredu OŠ. Zelo primeren je tudi naravoslovni ali tehnični dan, kjer je dovolj časa, da se izvede veliko poskusov enega za drugim. Poskusi so vezani na novo učilo »Elektro zbirka za tok in prevodnost« (na kratko *Elektro zbirka*) podjetja nTBrog, katerega izdelava je bila naročena v okviru projekta RNK. Razen tega učnega pripomočka ne potrebujemo kakšne posebne eksperimentalne opreme, razen električnih merilnih instrumentov (ampermeter, voltmeter) in dodatnih žic, če hočemo tudi kvantitativno ovrednotiti poskuse.

Učilo lahko dobite na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Izposoja učila je brezplačna, vendar pa mora za prevoz poskrbeti uporabnik gradiva sam. Kontaktna oseba za informacije o učilu in za njegov prevzem:

Robert Repnik, tel. 041 792 567, e-mail: [robert.repnik@uni-mb.si](mailto:robert.repnik@uni-mb.si)

S to zbirko lahko med drugim preverjamo, katere trdne snovi sorazmerno dobro prevajajo električni tok in katere so slabi prevodniki ali celo izolatorji. Zbirka vsebuje tudi dve 9-voltni bateriji. Priporočamo pa, da se iz ekoloških razlogov raje uporablja šolski izvir napetosti. Namesto ampermetra lahko kot indikatorje električnega toka po tokokrogu uporabljamo kar žarnice iz zbirke. Z uporabo dodatnih žic je mogoče prikazati raznovrstne variacije poskusov, vključno z zaporedno, vzporedno in kombinirano vezavo upornikov. V zbirki so še stikala, propeler in drugo.

Seveda se lahko podobni poskusi izvedejo tudi s šolsko opremo, ki jo ima učitelj, je pa seveda omenjeno učilo bolj pripravno za to.



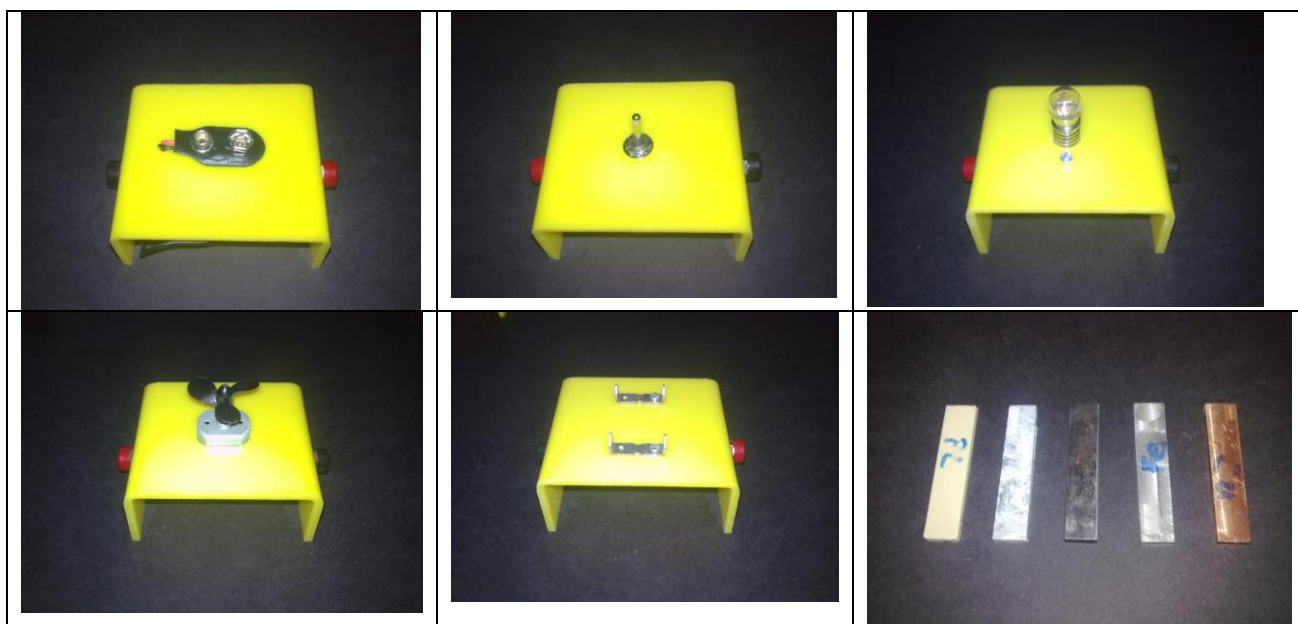
## A) Praktični del

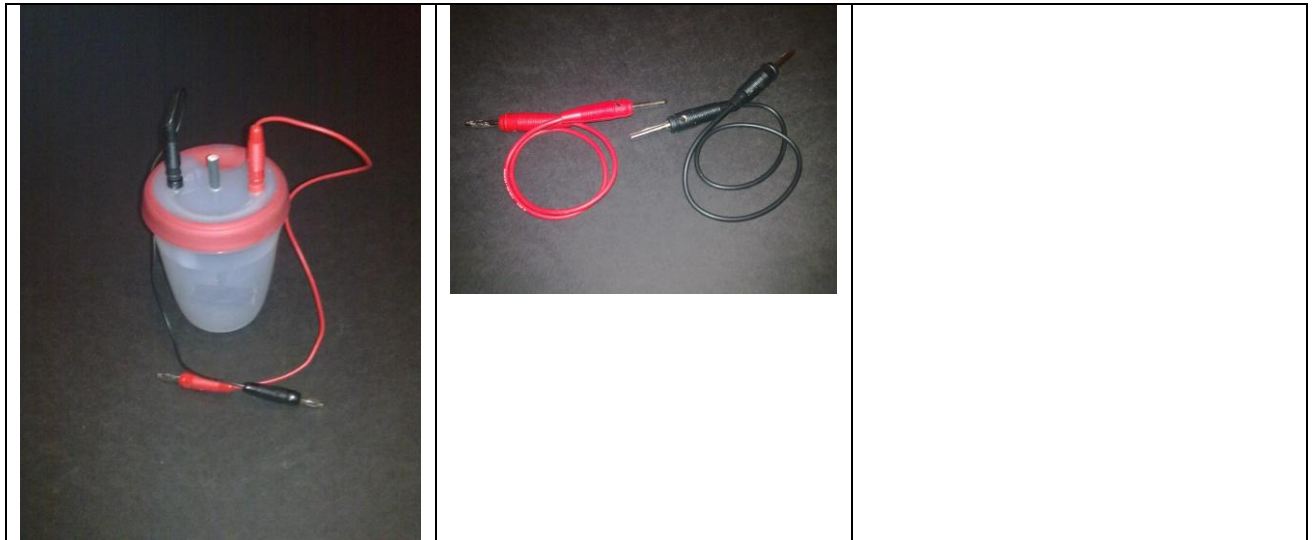
### 1 Elektro zbirka

Električni elementi so vgrajeni v osnovne nosilne elemente iz plastične mase s kovinskimi stiki (osnovne enote, slika 1).

V zbirki so naslednji elementi:

- element za 9 V baterijo
- 3 elementi s stikalom
- 3 elementi z žarnico (3,5 V, 0,2 A)
- element z elektromotorjem in propelerjem
- element z U-nosilcema za trdne snovi – paličice (in 5 različnih paličic iz naslednjih snovi: železo, plastika, baker, aluminij, les)
- platenka za tekoče prevodnike (elektrolite) z ročnim mešalom





**Slika 1** Elementi Elektro zbirke

Podrobnejše informacije o Elektro zbirki so v priloženem dokumentu dokumentacija.pdf.

## 2 Časovni potek izvajanja gradiva

- Pred-test: 5 minut
- Izvedba poskusa: 20 minut
- Frontalna razprava o izidih poskusa: 10 minut
- Po-test: 5 minut
- Časovna rezerva: 5 minut
- Doma: učenci izpolnijo do konca delovne liste
- Naslednja šolska ura: Učitelj pobere podpisane delovne liste za pregled

## 3 Podrobnejša navodila za učitelja

Učitelj naj najprej razdeli vsem učencem pred-teste. Naj jih rešujejo natančno 5 minut, nato učitelj rešene pred-teste pobere. Učence opozori, naj se ne pozabijo podpisati. Nato se izvede poskus: frontalno ali pa skupinsko. Velikost in s tem število skupin naj učitelj določi sam po premisleku, odvisno tudi od tega, koliko kompletov Elektro zbirke ima na voljo. V primeru skupinskega dela naj učitelj za vodje skupin določi najuspešnejše učence v fiziki. Pri frontalnem poskusu naj učitelj pokaže enake stvari kot v primeru skupinskega dela – opisi poskusov so spodaj. Če učitelj testira gradivo v vsaj dveh razredih, naj bo za primerjavo v enem razredu delo frontalno, v drugem pa skupinsko. Med izvajanjem poskusov naj učenci sprti zapisujejo ugotovitve in morebitne merske rezultate v delovne liste, pa naj gre za frontalni ali skupinski poskus.

Takoj po opravljenem poskusu naj steče 10-minutna razprava o rezultatih poskusa: frontalno jo vodi učitelj, pri skupinskem delu pa vodje skupin. V vsakem primeru naj pri



razpravi/razgovoru sodeluje čim več učencev. Naročite učencem, naj sproti zapisujejo v delovne liste v ustrezen okvirček ugotovitve razprave, in sicer čim bolj jedrnat, s ključnimi besedami in ne celimi stavki. Učenci/dijaki naj delovne liste odnesejo domov, dopolnijo in rešijo še domačo nalogo. Učitelj naj delovne liste pobere šele naslednjo šolsko uro. Potem ko delovne liste pregleda in po želji statistično obdela po svojem ključu, naj popravljene delovne liste vrne učencem.

Nazadnje učenci rešujejo še po-test, ki je vsebinsko sicer različen od pred-testa, v bistvu pa sprašuje o podobnih stvareh in testira podobne kompetence. Pred-testi in po-testi vsebujejo naloge izbirnega tipa (obkrožanje enega samega pravilnega ali pa najustrežnejšega odgovora). Zato se da rezultate kvantitativno primerjati, pri tem pa vam je v pomoč priložen Excelov dokument evalvacija.xls. Na koncu tega dokumenta so priložene pravilne rešitve pred-testov in po-testov.

#### 4 Opis poskusa

Potrebščine (iz Elektro zbirke): element z baterijo, 1 element s stikalom, 1 element z žarnico, element z U-nosilcema za trdne snovi – paličice (in 5 različnih paličic iz naslednjih snovi: železo, plastika, baker, aluminij, les), dodatne žice po potrebi, ampermeter

Predviden čas: 20 minut

Način dela: frontalni ali skupinski

Potek poskusa:

Najprej učenci pri skupinskem delu povežejo v enostaven električni krog baterijo, stikalo, element z U-nosilcema in žarnico. Potem vstavljajo med U-nosilca različne paličice v zbirki, vsakič sklenejo stikalo in ugotavljajo, ali žarnica sveti ali ne. S tem dobijo prvo informacijo, katere od danih snovi so dobri prevodniki in katere ne. V drugem delu poskusa ponovijo preverjanje prevodnosti za vse paličice, le da namesto žarnice vključijo v tokokrog ampermeter. Če ampermeter pokaže nek električni tok znotraj svojega merilnega območja, učenci izračunajo še upor po enačbi  $R = U/I$ .

#### 5 REŠITVE PRED-TESTA IN PO-TESTA

Pravilni odgovori so označeni z rdečim ozadjem.

Pred-test:

Čas reševanja: 5 minut. Pri vsakem od 5 vprašanj je en odgovor pravilen. Izberi ga tako, da obkrožiš ustrezno črko pred njim. Edino pri 3. vprašanju moraš obkrožiti edini napačni odgovor. Vsa vprašanja so enakovredna.

1) Žici iz železa in bakra imata enaki dolžini in debelini. Baker je boljši električni prevodnik kot železo. Žici priključimo ločeno vsako na svoj vir napetosti. Če sta napetosti enaki, po kateri žici teče večji tok?

**a)** Po bakreni žici.

b) Po železni žici.



- c) Po obeh teče enak tok.  
č) Odvisno od tega, kako velika je napetost.  
d) Ne vem.

2) Električno upornost snovi merimo v praktičnih enotah  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ . Kaj to pomeni?

- a) Da ima 1 mm dolg odsek žice upor 1  $\Omega$ .  
b) Da ima 1 mm debela žica upor 1  $\Omega$ .  
c) Da ima 1 m dolga in 1 mm debela žica upor 1  $\Omega$ .  
**č)** Da ima 1 m dolga žica s presekom 1  $\text{mm}^2$  upor 1  $\Omega$ .  
d) Da ima 1 mm dolga žica s presekom 1  $\text{mm}^2$  upor 1  $\Omega$ .  
e) Da ima 1 m dolga žica s presekom 1  $\text{m}^2$  upor 1  $\Omega$ .

3) Električna prevodnost in električna upornost snovi sta fizikalni veličini, ki sta si med seboj obratno sorazmerni. Kaj to pomeni, če primerjamo dva različna materiala? **POZOR:** 3 odgovori so pravilni, eden pa napačen. Obkroži napačnega!

- a)** Če je upornost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je tudi prevodnost 2-krat večja.  
b) Če je upornost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je njegova prevodnost 2-krat manjša.  
c) Če je upornost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je prevodnost drugega materiala 2-krat večja.  
č) Če je prevodnost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je upornost drugega materiala 2-krat večja.

4) Dve žici enakih dimenzij, ena je iz železa, druga pa iz bakra, zvežeš zaporedno (eno za drugo, glej sliko) na isti izvir napetosti. Kako je s tokoma po žicah in padcema napetosti na njih?

- a) Toka in padca napetosti sta enaka za obe žici.  
b) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri bakreni žici.  
c) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri železni žici.  
č) Pri železni žici je tok manjši kot pri bakreni, padec napetosti pa je večji.  
d) Pri železni žici je tok večji kot pri bakreni, padec napetosti pa je manjši.  
**č)** Oba toka sta enaka, vendar je pri železni žici večji padec napetosti kot pri bakreni.  
d) Oba padca napetosti sta enaka, vendar je pri železni žici je tok večji kot pri bakreni.  
e) Nobeden od zgornjih odgovorov ni pravilen.

5) Če inženir dobi nalogo, da sestavi grelno telo, katero žico bo uporabil?

- a) Tisto z manjšim uporom.  
b) Tisto z večjim uporom.  
c) Upor žice je nepomemben.  
**č)** Odvisno od tega, ali ima vnaprej predpisan največji padec napetosti na žici ali pa največji možni tok.

Po-test:

Čas reševanja: 6 minut. Pri vsakem od 5 vprašanj je en odgovor pravilen. Izberi ga tako, da obkrožiš ustrezno črko pred njim. Vsa vprašanja so enakovredna.



1) Žici iz železa in bakra imata enaki dolžini in debelini. Priključimo ju ločeno vsako na svoj vir napetosti. Če hočemo, da bo po obeh tekel enak električni tok, pri kateri mora biti večja električna napetost?

- a) Pri bakreni žici. **b) Pri železni žici.**  
c) Pri obeh sta napetosti enaki. d) Ne vem.

2) Električno upornost snovi merimo v praktičnih enotah  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ . Ali lahko to pretvorimo v enoto  $\Omega \cdot \text{m}$ ? (Naredi ob strani pomožen račun, če je potreben.)

- a) Ne.  
b) Da,  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 1000 \Omega \cdot \text{m}$ .  
c) Da,  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 10^6 \Omega \cdot \text{m}$ .  
č) Da,  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = \text{G}\Omega \cdot \text{m}$ .  
d) Da,  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$ .  
**e) Da,  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = \mu\Omega \cdot \text{m}$ .**

3) Električna prevodnost snovi je fizikalna veličina, ki je obratna vrednost upornosti snovi. Kaj to pomeni, če primerjamo med seboj dve žici enakih dimenzij, a iz različnih materialov? Vzemimo, da ima material A 2-krat večjo prevodnost kot material B.

- a) Če ima žica iz A upor  $10 \Omega$ , ima žica iz B enak upor.  
**b) Če ima žica iz A upor  $10 \Omega$ , ima žica iz B upor  $20 \Omega$ .**  
c) Če ima žica iz A upor  $20 \Omega$ , ima žica iz B upor  $10 \Omega$ .

4) Dve žici enakih dimenzij, ena je iz železa, druga pa iz bakra, zvežeš zaporedno (eno za drugo, glej sliko) na isti izvir napetosti. Kako je s tokoma po žicah in padcema napetosti na njih? **Pozor:** vprašanja so glede na pred-test premešana, pa tudi niso vsa popolnoma enaka!!!

- a) Oba padca napetosti sta enaka, vendar je pri železni žici je tok večji kot pri bakreni.  
b) Toka in padca napetosti sta enaka za obe žici.  
c) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri bakreni žici.  
č) Oba toka sta enaka, vendar je pri železni žici manjši padec napetosti kot pri bakreni.  
d) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri železni žici.  
e) Pri železni žici je tok manjši kot pri bakreni, padec napetosti pa je večji.  
f) Pri železni žici je tok večji kot pri bakreni, padec napetosti pa je manjši.  
**g) Nobeden od zgornjih odgovorov ni pravilen.**

5) Če inženir dobi nalogo, da sestavi žarnico, katero žico bo uporabil (pomisli na debelino žarilne nitke!)?

- a) Tisto z manjšim uporom. **b) Tisto z večjim uporom.** c) Upor žice je nepomemben.

#### PRILOGE:

- delovni listi za učence: **delovni\_list.doc**
- pred-test in po-test za učence: **pred\_po\_test.doc (za vse 3 stopnje)**
- Excelov dokument za evalvacijo: **evalvacija.xls**