

Ako Popoluška prekabátila Martinka Klingáča

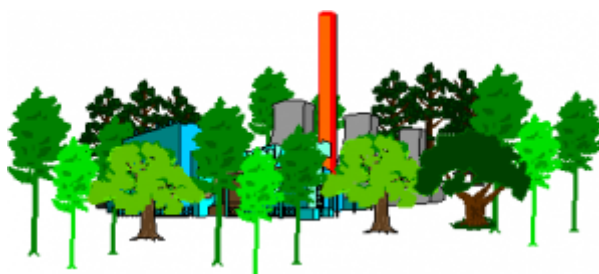
Benko Ján · Prírodné vedy

10.08.2009



V dobe Popolvárovho kráľovstva bola zem ešte pomerne riedko osídlená a existovali veľké územia, ktoré nepatrili žiadnemu kráľovstvu. Na takýchto miestach obyčajne žili víly, škriatkovia, ježibaby, draci, vodníci, zbojníci a iné zázraky. Jedným z nich bol aj Martinko Klingáč.

Bol to malý zákerný človečik. Mal prírodovedné a technické vzdelanie a pracoval hlavne na vynálezoch, pomocou ktorých chcel ovládnuť svet. V lese mal postavené tajné laboratóriá (obr. 1) a v nich nedobrovolne pracovali ľudia, ktorých Martinko Klingáč zajaľ na ich ceste za prácou do Popolvárovho kráľovstva. Obyčajne ich zlákal do svojej chalupy, kde im slúbil oddych a pohostenie. No keď mu takýto pocestný uveril, zle pochodil. Martinko Klingáč ho zatvoril do svojej tajnej pracovne a do rána mu dal vyriešiť ťažkú úlohu. Ak ju pocestný nevyriešil, čo sa zatiaľ vždy stalo, musel u neho zostať pracovať.



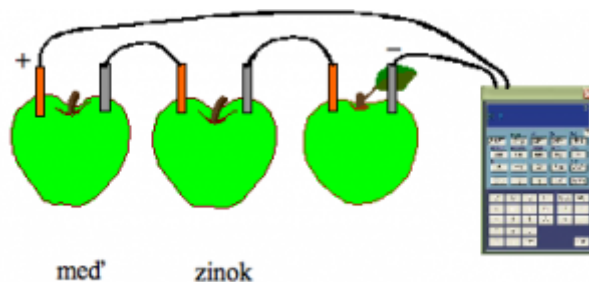
Obr. 1 Tajné laboratória Martinka Klingáča ukryté v lese

Napriek takémuto netradičnému náboru pracovných síl, Martinkovi Klingáčovi chýbali vysoko kvalifikovaní odborníci. Preto mu prišlo veľmi vhod, keď jedného dňa sa u neho zastavila Popoluška, cestou na Medzikráľovskú konferenciu o nerovnovážnej termodynamike. Už sa tešil ako Popoluška posunie dopredu jeho výskum v oblasti laserových zbraní. K Popoluške bol veľmi pozorný a milý, dobre ju pohostil a rozprával jej o svojich experimentoch v oblasti termodynamiky. Po večeri ju pozval na prehliadku svojho laboratória, kde sa ale jeho správanie náhle zmenilo. Popoluške oznámil, že sa stala jeho zajatkyňou a keď do rána nevyrieši jednu úlohu, zostane u neho pracovať navždy.

Úloha znela nasledovne: Aká má byť koncentrácia HCl vo vodnom roztoku chlorovodíka, aby pri teplote 25 °C bolo pH roztoku presne rovné 1.00. Popoluška sa zasmiala, vytiahla kalkulačku a povedala, že mu to môže vypočítať za niekoľko minút. No Martinko Klingáč je kalkulačku zobral, chvíľu sa diabolicky uškrňal a kalkulačku

Popoluške vrátil, no vybral z nej batérie, Popolušku zamkol v laboratóriu a s poznámkou „A teraz buď múdra“ pobral sa spať.

Popoluška vôbec nestratila hlavu a rozvahu. Ako vieme, mala veľmi dobré vzdelanie z fyzikálnej chémie, ktorej súčasťou je aj elektrochémia. Vedela, že v laboratóriu určite nájde také predmety, z ktorých bude schopná zostrojiť galvanický článok. Pri zbežnej prehliadke laboratória našla kúsky medených a zinkových drôtov. Vo svojej taške mala svoje obľúbené jablká a to jej stačilo na zostrojenie galvanického článku, ktorý bol schopný dodávať kalkulačke potrebnú energiu. Schéma zapojenia je na obr. 2.



Obr. 2 Galvanický článok na napájanie kalkulačky

V takomto galvanickom článku je katódou meď a anódou zinok. Elektromotorické napätie takéhoto článku je dané rovnicou (1)

$$EMN = \left(E_{Cu/Cu^{2+}}^{\circ} + \frac{RT}{2F} \ln a_{Cu^{2+}} \right) = \left(E_{Fe/Fe^{2+}}^{\circ} + \frac{RT}{2F} \ln a_{Fe^{2+}} \right) \quad (1)$$

V rade napätia je štandardný potenciál $E_{Cu/Cu^{2+}}^{\circ} = +0.34V$ a $E_{Zn/Zn^{2+}}^{\circ} = -0.763V$ to znamená, že takýto monočlánok by mal napätie v štandardnom stave ($a_{Cu^{2+}} = 1$, $a_{Zn^{2+}} = 1$, $T=298.2K$) by mal elektromotorické napätie $EMN=0.34+0.763=1.103 V$. Koncentrácie Cu^{2+} Zn^{2+} v takto zostrojenom článku nie sú známe. Experiment ukázal, že napätie takéto „elektrochemického ovocného článku“ $U \approx 0.9 V$. Tri takéto články, dajú v sériovom zapojení napätie $U=2.7 V$, čo stačí na napájanie kalkulačky. Takýto článok by sa nedal použiť v baterke, lebo vnútorný odpor tohto článku je príliš veľký, aby dodával dostatočný prúd pre žiarovku ($I \approx 0.1-1A$). Pre kalkulačku stačia rádovo nižšie prúdy ($I \approx 10^{-3} A$).

Keď si Popoluška zostrojila potrebný zdroj energie, napojila naň kalkulačku a príklad za niekoľko minút vypočítala. Jablká potom zjedla a spokojne zaspala na laboratórnom stole. Keď ráno Popoluška odovzdala Martinkovi Klingáčovi správne riešenie, nič mu neostávalo, len popolušku prepustiť. Zároveň ho to tak rozčúlilo, že 4 týždne strávil v nemocnici na psychiatrickom oddelení a do smrti si lámal hlavu nad tým, ako Popoluška dokázala vyriešiť príklad bez kalkulačky.

Úloha: Ako vypočítate koncentráciu kyseliny chlorovodíkovej aby $pH=1.00$

Svoje odpovede píšete do diskusie pod článkom. Správne riešenie bude zverejnené o týždeň.

