

prakticky nijak nezmění vlastnosti obvodu a zářivka svítí dále, i když se jí dotýkáme přes suchý hadr. Pokud se přímo dotkneme plazmové koule jednou rukou a druhou rukou se dotkneme kolíku na zásuvce, ucítíme v ruce proud procházející naším tělem.



Obr. 5

Plazmová koule také může vyvolat katodové záření v Thomsonově trubici či výboje ve výbojových trubicích bez nutnosti použití Ruhmkorffův transformátor. Stačí tyto trubice přiblížit k plazmové kouli.

Plazmové koule stojí pár set korun a není důvod, aby dnes nebyly v každém fyzikálním kabinetu. Lze na nich ukázat celkem velký počet jevů, ale na vysvětlení nejsou úplně nejjednodušší.

## Představy mladších žáků o gravitačním působení

EVA HEJNOVÁ

Přírodovědecká fakulta UJEP, Ústí nad Labem

*(Dokončení z minulého čísla)*

### Závěry z výzkumu a diskuse k učebnicím přírodovědy

Co se týče naší výzkumné otázky, u všech úloh se ukázalo, že zatímco v nižších ročnících si žáci vybírají svou odpověď víceméně mezi všemi nabízenými možnostmi, děti v 6. ročníku se soustředí téměř výhradně na

dvě představy, z nichž jedna je správná a druhá představuje tu nejodolnější miskoncepci. Hypotéza, že se budou u žáků objevovat všechny miskoncepce i ve vyšším ročníku, se tedy nepotvrdila.

Co se týče studentů učitelství, vzhledem k malému počtu respondentů (navíc omezeného pouze na jednu vysokou školu), jsme neformulovali žádnou hypotézu. Výsledky průzkumu ukázaly, že miskoncepce se u nich objevují také, ale v menší míře (což lze očekávat a není to nic překvapivého). Výsledky průzkumu ale ukázaly značnou podobnost s tím, co bylo zjištěno u žáků v 6. ročníku, tedy že některé miskoncepce studenti již téměř nemají, ale u každé úlohy se objevuje jedna chybná představa, kterou stále ještě nezanedbatelná část studentů zastává.

Skutečnost, že někteří budoucí učitelé ještě nemají vytvořené správné představy o gravitaci, může být problémem v jejich budoucím pedagogickém působení v rámci přírodovědného vzdělávání žáků na 1. stupni základní školy. Proto je třeba dbát na jejich dobrou přípravu ve fyzikální části přírodovědy již v rámci jejich pregraduálního vzdělávání.

U jednotlivých úloh jsme také porovnávali výsledky našich žáků s výsledky jejich vrstevníků, které byly získány v rámci výzkumu realizovaném na Novém Zélandu na přelomu 70. a 80. let (tedy zhruba před 35 lety). Porovnání těchto výsledků s našimi naznačuje, že u našich žáků pravděpodobně přetrvávají některé chybné představy ve větší míře i ve vyšších ročnících. Důvody k tomu mohou být různé a může mezi ně např. patřit i menší míra zařazování informací o miskoncepcích do metodických příruček i poměrně malá nabídka literatury o této problematice v českém jazyce.

Na základě toho, co bylo uvedeno, považujeme za důležité, aby učitelé na 1. stupni znali základní chybné představy žáků a aby také věděli, že u mladších žáků bývá jejich škála širší. Učitelé 2. stupně by pak měli vědět, které chybné představy u žáků přetrvávají, aby na ně mohli při výuce zaměřit svoji pozornost. Je také třeba dbát na to, aby texty v učebnicích a v metodických příručkách byly srozumitelně a jasně formulované a také fyzikálně správné.

Abychom přispěli k vyjasnění některých možných problematických míst ve výkladu o gravitačním působení, uvedme některé vybrané texty z učebnic a metodických příruček a upozorníme na možná nedorozumění a chybné interpretace.

1. Text v učebnici [8, s. 11]: *Země má mnohem větší hmotnost než jablko, proto pozorujeme, že si Země přitáhne nejen jablko, ale také veškerou vodu, půdu, rostliny, zvířata apod. ke svému středu, a ne naopak.*

Problém v této formulaci může být ve slovním spojení „a ne naopak“. Síla je vždy spojena se vzájemným působením těles, proto na sebe působí Země i např. zvířata stejně velkými silami, a tedy také zvířata přitahují Zemi. Této skutečnosti by si učitelé měli být vědomi, aby u dětí nevytvářeli chybnou představu, že hmotnější tělesa působí na méně hmotná tělesa větší silou (případně že méně hmotná tělesa na ta hmotnější žádnou silou nepůsobí). Tato miskoncepce patří k těm nejodolnějším a přetrvává často i u starších žáků a studentů [2, 12]. To potvrzují i výsledky našeho průzkumu, který jsme prováděli u studentů učitelství pro 1. stupeň základní školy. Jim jsme zadali mimo výše uvedené úlohy i následující problém (obr. 4), který byl zaměřen na představu o vzájemném působení dvou těles s velmi odlišnými hmotnostmi.

**Gravitace Míček a Země**

**A** Malý míček padá na povrch Země.

**B** Země přitahuje gravitační silou míček, ale míček na Zemi žádnou silou nepůsobí.

**C** Země i míček na sebe působí stejně velkými přitažlivými silami.

**D** Země i míček na sebe působí přitažlivými silami, ale Země působí na míček mnohem větší silou, protože má oproti míčku obrovskou hmotnost.

Nemáte pravdu. Já si myslím, že ...

**A** Albert Einstein

**Martina**

**Petr**

**Katka**

**Lukáš**

Zdroj: Hrybná, E. a kol., Vědomosti 100 a více (2012).

Obr. 4 Zadání úlohy Míček a Země

Typicky chybnou odpověď (C) zvolila více než polovina studentů (52 %), přibližně čtvrtina studentů (22 %) si myslí, že míček na Zemi žádnou silou nepůsobí (odpověď A). Pouze zhruba čtvrtina studentů (26 %) má vytvořenou správnou představu (odpověď B), tj. že Země i míček na sebe působí stejně velkými přitažlivými silami.

I když v rámci přírodovědy se zpravidla mluví zejména o přitahování předmětů k Zemi, tedy pouze o jednostranném gravitačním působení Země, měl by si učitel být vědom toho, že každá dvě tělesa na sebe působí stejně velkými přitažlivými silami. Pro žáky na 1. stupni základní školy je pochopení této skutečnosti velmi obtížné. Nejjednodušeji jim to lze vysvětlit

tak, že i když na sebe působí každá dvě tělesa stejně velkými silami, to hmotnější zpravidla „zACLoumá“ tím lehčím. Děti se také mohou v této souvislosti ptát, proč se tedy všechna tělesa „nepřitáhnou k sobě“, když na sebe působí gravitačními silami. Důvodem, proč tomu tak není, je jejich velmi malá hmotnost (vůči hmotnosti Země).

**2.** Otázka v učebnici [9, s. 28]: *Uvaž, co udržuje umělé družice v pohybu kolem Země.* Odpověď: *Gravitační pole Země působí i na umělé družice a udržuje je v pohybu. Není však již tak silné, aby družice přitáhlo k povrchu Země.*

Vysvětlení je v tomto případě zavádějící, co se týče „síly“ gravitačního pole ve větší vzdálenosti od Země. Lidé se často mylně domnívají, že gravitační síla je ve výškách, v nichž obvykle obíhají družice, velmi malá. Pokud by se však družice Země nacházela např. ve vzdálenosti přibližně 300 km nad Zemí, byla by gravitační síla v této výšce jen o něco menší než na povrchu Země, její úbytek by činil cca 10 % [17, s. 30].

Učitel by měl žáky vést ke správné představě, že gravitační pole Země sahá velmi daleko. Lze např. poukázat na to, že musí být nejméně do vzdálenosti, ve které obíhá Měsíc kolem Země, neboť Země na něj musí působit přitažlivou silou, aby „neodlétnul“.

**3.** Text v učebnici [7, s. 37]: „Když vyhodíme do vzduchu míč, letí chvíli vzhůru, pak ale začne padat k Zemi. Podobně po výskoku – ať se odrazíme sebevíc – dopadneme zpátky na zem. Země si nás k sobě přitáhne.“

Tento výklad může děti vést k představě, že těleso letí vzhůru, protože na něj nejprve po dobu jeho pohybu směrem nahoru gravitační síla nepůsobí. V bodě obratu pak na něj začne působit zemská přitažlivost, a těleso tedy padá zpátky na zem. Ve skutečnosti na těleso působí gravitační síla po celou dobu jeho pohybu, což si děti často neuvědomují (viz úloha Delfín odpověď D, kterou ve 4. ročníku volilo 23 % dětí a v 5. ročníku 18 % dětí).

Učitel by měl o této časté chybné představě vědět a upozornit žáky na to, že gravitační síla působí na tělesa stále (tj. i na míč, když ho vyhodíme vzhůru) a nelze ji jednoduše „vypnout“ nebo nějak odstínit.

I v metodických příručkách pro učitele nalezneme nepřesné formulace, které mohou učitele vést k nesprávným představám a výkladům, které pak budou předávat dětem. Uvedme dále některé z nich.

**4.** Text v metodické příručce [18, s. 87]: *Je nutné, aby učitel rozlišoval pojmy gravitační síla (působí mezi každými dvěma tělesy) a gravitační síla Země (gravitační síla, kterou je těleso přitahováno k Zemi).*

Tato formulace může podporovat chybnou představu, že Země a těleso na Zemi (např. padající kámen nebo ležící kámen) na sebe navzájem gravitačními silami nepůsobí (tj. na kámen působí gravitační síla Země, ale kámen již žádnou silou na Zemi nepůsobí). Síla je vždy spojena se vzájemným působením těles, proto také gravitační síla je „jen jedna“ (tj. z fyzikálního hlediska nelze odlišovat gravitační sílu působící mezi dvěma tělesy a gravitační sílu Země) a jako taková působí vždy mezi dvěma tělesy. Z toho důvodu může být výše uvedené rozlišování zavádějící.

**5.** Text v metodické příručce [18, s. 88]: *Změř gravitační sílu různých těles. ... V tomto úkolu nejsou důležité naměřené hodnoty, ale získání dovednosti v měření gravitační síly Země.*

V tomto případě je nevhodně formulované zadání úkolu. Neměříme gravitační sílu tělesa, ale gravitační sílu, kterou působí Země na těleso. Učitel by měl otázky týkající se síly formulovat vždy tak, aby bylo zřejmé, že nějaké těleso působí silou na jiné těleso. Žáci si jinak mohou vytvářet chybnou představu, že gravitační síla je nějaká vlastnost těles [2, s. 106].

### **Jak zlepšit výuku fyzikální části přírodovědy?**

Úlohy typu concept cartoons, které byly použity pro zjišťování představ dětí i studentů, mohou posloužit nejen k identifikaci miskoncepcí, ale učitelé mohou také pomoci při vytváření správných představ u jejich žáků. V rámci výuky je možné s úlohou pracovat tak, že nejprve si každé dítě vybere odpověď, se kterou souhlasí, poté následuje diskuse v menších skupinách a nakonec společná diskuze v celé třídě. Klíčové při tom je, aby žák pochopil, v čem se mýlil a osvojil si představu správnou. Ta musí být ale dobře zdůvodněná, aby ji dítě přijalo skutečně za svou.

Při vytváření správných představ je také vhodné vycházet z jednoduchých experimentů, které mohou děti provádět samy a které mohou jejich správné představy podpořit. Například odpověď O10 „... , ale můžeme to určitě vědět jen pro padající (že působí gravitační síla)“ u úlohy Strom a jablka naznačuje, že je velmi důležité žákům ukázat, že gravitační síla se projevuje v případě visícího jablka jako tahová síla na větev (jednoduše lze ukázat např. tak, že nějaký předmět zavěsíme na vodorovně natažený provázek, který se pod jeho tíhou prohne) a v případě ležícího jablka jako tlaková síla na podložku (lze ukázat např. tak, že jablko položíme na molitan nebo jinou měkkou podložku, která se pod jablkem zdeformuje).

Již výše jsme uvedli, že děti často spojují gravitační působení se zemským magnetismem a tato dvě pole pak ztotožňují. I v našem průzkumu se

jedna taková odpověď objevila u úlohy Padající míček (viz odpověď O8). Abychom těmto problémům předešli, je vhodnější učivo o magnetismu a gravitaci časově více oddělit a nespojovat je např. do jedné vyučovací hodiny. Analogii magnetického a gravitačního pole lze využít prostřednictvím provádění jednoduchých pokusů k vybudování představy něčeho „neviditelného“ (silového pole), co se projevuje silovými účinky na těleso. Další zdůrazňování podobnosti gravitačního a magnetického pole však může být kontraproduktivní a matoucí. Pro vytvoření správných představ je spíše důležité neustále znovu připomínat rozdíly mezi oběma druhy polí (tj. magnetická síla může být přitažlivá i odpuzivá, zatímco gravitační síla je vždy přitažlivá; magnetickou sílu můžeme odstínit, gravitační ne; každé těleso přitahuje jiná tělesa gravitační silou ke svému středu, zatímco magnet má dva póly, k nimž jsou přitahována pouze některá tělesa).

## Závěr

V našem příspěvku jsme se věnovali některým vybraným miskoncepcím, na kterých jsme chtěli ilustrovat, jak se představy o gravitaci s věkem dětí mění a které z chybných představ přetrvávají u studentů učitelství pro 1. stupeň základní školy. Jsme si vědomi toho, některé skutečnosti spojené s problematikou gravitačního působení není jednoduché dítěti na 1. stupni základní školy vysvětlit fyzikálně zcela správně a zároveň pro něj jednoduše a srozumitelně. Důvodem je nedostatečně rozvinuté abstraktní myšlení a také výskyt mnoha nových, obtížně srozumitelných pojmů (např. síla, gravitační a magnetické pole apod.). Pokud mají navíc děti s pojmem gravitace spojeno velké množství miskoncepcí, stojí před učiteli poměrně obtížný úkol, jak děti dovést ke správným představám a porozumění.

Výše uvedené skutečnosti ukazují, že přípravné vzdělávání učitelů pro výuku přírodovědy by mělo zahrnovat nejen fyzikální znalosti a dovednosti, ale mělo by také studenty upozorňovat na typické chybné představy dětí a seznámit je s možnostmi, jak tyto představy diagnostikovat a následně také odbourávat. Na prvním místě je ale třeba, aby i sami učitelé měli o fyzikálních jevech správné představy. K tomu mohou posloužit i úlohy typu *concept cartoons*, které lze využít i v dalším vzdělávání učitelů.

Úlohy k některým fyzikálním tématům jsou dostupné – včetně metodických poznámek s komentářem a řešením – na internetové stránce [http://physics.ujep.cz/~ehejnova/Pro\\_ucitele/](http://physics.ujep.cz/~ehejnova/Pro_ucitele/).

## Literatura

- [1] *Janoušková, S. a kol.*: Přírodovědná gramotnost v premimárním a raném období primárního vzdělávání jako prostředek zvýšení zájmu o studium přírodovědných a technických oborů. *Scientia in educatione*, roč. 5 (2014), č. 1, s. 36–49.
- [2] *Mandíková, D., Trna, J.*: Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky. Paido, Brno, 2011.
- [3] *Stead, K., Osborne, R.*: What is Gravity? Some Children's Ideas. *Science Teacher*, 1981, 30, s. 5–12.
- [4] *Mandíková, D.*: Intuitivní představy o pohybu a síle. (Kandidátská disertační práce). MFF UK, Praha, 1990.
- [5] Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (verze platná od 1. 9. 2013). MŠMT, Praha, 2013.
- [6] *Mladá, J., Podroužek, L., Randa, M., Šolc, M.*: Přírodověda pro 5. ročník základní školy. SPN, Praha, 2004.
- [7] *Čechurová, M., Havlíčková, J., Podroužek, L.*: Přírodověda pro 5. ročník základní školy. SPN, Praha, 2011.
- [8] *Frýzová, I., Dvořák, L., Jůzlová, P.*: Příroda (učebnice pro 4. ročník základní školy). Fraus, Plzeň, 2010.
- [9] *Kvasničková, D., Froněk, J., Šolc, M.*: Přírodověda pro 5. ročník základní školy (Od vesmíru k člověku). Fortuna, Praha, 1997.
- [10] *Holovská, H., Růkl, A.*: Přírodověda pro 5. ročník (Země ve vesmíru), 1. díl. Alter, Praha, 1996.
- [11] *Podroužek, L.*: Úvod do didaktiky přírodovědy. Vyd. a nakl. Aleš Čeněk, Dobrá Voda, 2003.
- [12] *Driver, R., Squires, A., Rushfors, P., Wood-Robinson, V.*: Making Sense of Secondary Science. Routledge Falmer, New York, 2003.
- [13] *Hejný M., Houfková, J., Jirotková, D., Mandíková D. a kol.*: TIMSS 2007 – Matematické a přírodovědné úlohy pro první stupeň základního vzdělávání. UIV, Praha, 2011.
- [14] *Kolářová, R., Bohuněk, J.*: Fyzika pro 6. roč. základní školy. Prometheus, Praha, 2002.
- [15] *Naylor, S., Keogh, B.*: Concept Cartoons in Science Education. Milgate House Publishers, Sandbach, 2010.
- [16] *Hejnová, E.*: Realizace konstruktivistického přístupu ve výuce fyziky prostřednictvím úloh zadaných formou diskuze. *Matematika-fyzika-informatika*, roč. 25 (2016), č. 2, s. 102–115.
- [17] *Rojko, M.*: Omyly, které ovládly svět. Pražské centrum vzdělávání pedagogických pracovníků, Praha, 1993.
- [18] *Mladá, J., Podroužek, L., Randa, M.*: Příručka pro učitele k učebnicím a pracovním sešitům Přírodověda pro 4.–5. ročník základní školy. SPN, Praha, 1999.