

Představy mladších žáků o gravitačním působení

EVA HEJNOVÁ

Přírodovědecká fakulta UJEP, Ústí nad Labem

Období primárního vzdělávání lze považovat z hlediska vytváření vztahu k přírodním vědám za velmi důležité, ne-li klíčové [1]. V tomto věku děti rádi něco pozorují, zkoumají a také přemýšlejí o správném vysvětlení různých jevů. Dětskou zvědavost lze tak dobře využít pro motivaci i pro budování pozitivního postoje k přírodním vědám. Významnou úlohu v tomto procesu mají učitelé, kteří mohou poskytovat dětem vhodné náměty k přemýšlení a experimentování a také mohou své žáky vést k vytváření správných představ o tom, jak svět kolem nich funguje.

V našem příspěvku chceme ukázat, jaké jsou představy mladších žáků (4. až 6. ročník základní školy) o gravitačním působení. Téma gravitace jsme vybrali proto, že se s ním žáci setkávají již na 1. stupni základní školy, na který se chceme v našem článku zejména zaměřit. Zároveň je to téma pro vytváření správných představ poměrně obtížné, neboť je s ním spojeno mnoho miskonceptů [2].

Výzkumy intuitivních představ o gravitačním působení byly provedeny v mnoha zahraničních i tuzemských výzkumech [2]. Většina z těchto výzkumů však pochází zejména z 80. let minulého století (např. [3]), proto nás zajímal současný stav představ o gravitaci u mladších žáků. V návaznosti na naše zjištění chceme také poukázat na některá problematická místa v současných učebnicích přírodovědy a metodických textech pro učitele (podrobnější rozbor některých starších učebnic přírodovědy s ohledem na intuitivní představy prováděla Mandíková [4]).

Naši výzkumnou otázkou bylo zjistit, *jak se představy mladších žáků o gravitaci s věkem mění, resp. které miskoncepce u žáků přetrvávají*. Naši hypotézou bylo, že *mladší žáci budou v určité míře zastávat i ve vyšším ročníku širší škálu miskonceptů*.

Náš příspěvek je vzhledem k jeho zaměření určen zejména budoucím i stávajícím učitelům přírodovědy pro 1. stupeň základní školy, ale užitečný bude i pro učitele fyziky na základních i středních školách.

V dalším textu uvádíme nejprve přehled poznatků o gravitaci, se kterými se děti seznamují v rámci přírodovědy na 1. stupni základní školy. Poté prezentujeme realizaci výzkumu a jeho výsledky. Pro srovnání uvádíme také výsledky průzkumu, který jsme provedli u studentů učitelství pro 1. stupeň základní školy. V diskuzi na závěr příspěvku upozorníme na některá problémová místa v metodických textech a v učebnicích přírodovědy pro 4. a 5. ročník a předkládáme doporučení pro výuku, jež mohou učitelům pomoci, aby u svých žáků rozvíjeli správné představy o gravitačním působení.

Učivo o gravitaci v učebnicích přírodovědy pro 4. a 5. ročník a v učebnicích fyziky pro 6. ročník

V Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání [5] poznatky o gravitaci, co se týče 1. stupně základní školy, explicitně uvedeny nejsou. V rámci výuky přírodovědy bývá učivo o gravitačním působení zpravidla zařazeno do vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět, konkrétně do tematického okruhu Rozmanitost přírody.

K analýze učiva o gravitaci jsme využili několik učebnic přírodovědy, v nichž je toto učivo obsaženo. Konkrétně jsme pracovali s učebnicemi ze Státního pedagogického nakladatelství [6, 7], dále z nakladatelství Fraus [8], Fortuna [9] a Alter [10].

S gravitační silou se žáci na 1. stupni základní školy setkávají nejčastěji v 5. ročníku [6, 7, 9, 10], výjimečně je učivo o gravitační síle zařazeno již do učebnice pro 4. ročník [8]. Učebnice přírodovědy zpracovávají učivo o gravitaci v různém rozsahu i různými způsoby. Poznatky o gravitační síle a gravitačním poli bývají zpravidla zahrnuty do učiva o vesmíru a Zemi.

Uveďme nyní stručný přehled základních poznatků o gravitaci, s nimiž se žáci v hodinách přírodovědy setkávají.

- Země přitahuje vše na svém povrchu ke svému středu.
- Gravitační síla působí nejen na předměty na jejím povrchu, ale i na ty, které se jí nedotýkají, tj. jsou v jejím okolí.
- Přitažlivost mezi Zemí a tělesy je vzájemná.
- Kolem Země je prostor (gravitační pole Země), ve kterém působí její přitažlivá síla.
- Čím větší hmotnost má těleso, tím větší silou je přitahováno do středu Země.
- S rostoucí vzdáleností od Země se gravitační síla zmenšuje.

Výše uvedené učivo o gravitaci je vesměs zařazeno ve všech učebnicích přírodovědy pro 4. nebo 5. ročník. V některých učebnicích se pak objevují i další poznatky, které učivo na jedné straně obohacují, na druhé straně ale také mohou být zdrojem různých chybných představ nebo nejasností, proto na některé z nich v následujícím textu upozorníme (příklady konkrétních nevhodně formulovaných textů pak uvedeme v kapitole „Závěry z výzkumu a diskuse k učebnicím přírodovědy“).

Jestliže dětem sdělíme, že gravitační síla Slunce je mnohem větší než gravitační síla Země, a proto Slunce svou přitažlivostí udržuje v oběhu i nejvzdálenější planety [7, s. 38], budou logicky přemýšlet, proč se tedy všechny planety nepřitáhnou ke Slunci a „nespadnou na něj“. Některé učebnice pro vysvětlení využívají analogie otáčivého pohybu, např. na řetízkovém kolotoči [8, s. 9], při kterém na nás působí „síla, která nás nutí odletět“. V [9, s. 27] můžeme nalézt námět na jednoduchý pokus, při němž roztočíme kuličku na provázku. Síla (pevnost) provázku nedovolí kuličce odlétnout. Při provádění tohoto pokusu je ale třeba žáky upozornit, že planety nemusejí nutně obíhat kolem Slunce, aby na ně působila gravitační síla. Např. Země a Slunce by na sebe působily gravitačními silami, i kdyby se nepohybovaly. Při obíhání Země kolem Slunce gravitační síla Slunce působí jako dostředivá síla, která zakřivuje trajektorii, po níž Země obíhá.

Děti se také často mylně domnívají, že gravitační působení Země na předměty je způsobeno rotací Země kolem své osy [3, s. 10]. Je proto třeba děti upozornit také na to, že těleso nemusí rotovat, aby kolem něho existovalo gravitační pole.

Pro děti je dále velmi obtížná představa „neviditelného“ gravitačního pole a také to, že na sebe gravitační silou působí všechna tělesa (pro mladší žáky je to nový poznatek, který navíc odporuje jejich běžné zkušenosti). Proto bývá gravitační síla v některých učebnicích srovnávána s magnetickou silou, což má dětem pomoci pochopit její účinky. Např. v učebnici přírodovědy pro 5. ročník [7, s. 38] je zařazena kapitola „Země přitažlivá“, v níž autoři poukazují na to, že Země je z hlediska přitažlivých sil také magnetem (i když slabým) a že tedy přitahuje všechny železné předměty k magnetickým pólům Země. Využití analogie magnetického a gravitačního pole také často doporučují i některé metodické příručky [11, s. 117].

Spojení učiva o gravitační a magnetické síle však bohužel nezdědka vede ke zmatení představ o gravitačním působení Země. Častou miskoncepcí v této oblasti je, že děti gravitaci spojují se zemským magnetismem a myslí

si, že Země přitahuje věci podobně jako magnet [2]. Žáci pak mohou mít velmi bizarní představy, ve kterých spojují různé pojmy dohromady, aby to „dobře fungovalo“ (např. si myslí, že Země může přitahovat gravitační silou jen ty předměty, které v sobě obsahují nějaké železo, podrobněji viz [2, s. 105]). Některé zahraniční výzkumy ukázaly [12, s. 126], [13, s. 69], že žáci také někdy chápou magnetickou sílu jako jistý druh gravitační síly.

V 6. ročníku se žáci setkávají s učivem o gravitaci zpravidla na začátku výuky fyziky, přičemž gravitační síle a gravitačnímu poli bývá nejčastěji věnována samostatná kapitola. Nejprve jsou zopakovány poznatky z přírodovědy, poté následuje zpřesnění představ o gravitaci a také doplnění dalšího učiva, např. co se týče různých kvantitativních údajů a grafického vyjádření závislosti velikosti gravitační síly, kterou působí Země na těleso, na jeho vzdálenosti od Země; určování svislého a vodorovného směru atd. (viz např. [14, s. 20–23]). Magnetické síle a magnetickému poli je pak zpravidla věnována samostatná kapitola, což pomáhá zabránit nežádoucímu směšování učiva o gravitaci a magnetismu.

Metodologie výzkumu

Z metodologického hlediska byl pro zjišťování představ žáků použit kvantitativní přístup, ve kterém jsme k získání dat použili úlohy zadané formou diskuse, jež jsou v zahraničí známy jako concept cartoons [15]. O tomto typu úloh bylo podrobněji pojednáno v tomto časopise již dříve v příspěvku [16]. Dále proto uvedeme pouze stručnou charakteristiku úloh, které žáci řešili.

V každé úloze byla situace, ke které se děti měly vyjadřovat, uvozena jednoduchou oznamovací větou a pro lepší představu byla ještě doplněna fotografií nebo jednoduchou kresbou (obr. 1). V jednotlivých úlohách vystupovali tři nebo čtyři mluvčí, jejichž tvrzení představovaly typické miskoncepce. Pro zjišťování představ o gravitačním působení byly použity tři úlohy (Delfin, Padávající míček a Strom a jablka), které zahrnovaly vybrané miskoncepce. Zajímalo nás zejména, jak žáci chápou gravitaci jakožto sílu; kdy tato síla podle nich působí, resp. nepůsobí; a jak je její působení ovlivněno prostředím.

S těmito dvěma oblastmi jsou spojeny některé typické miskoncepce, které byly již dříve v mnoha výzkumech identifikovány (v níže uvedeném přehledu je označujeme písmenem M s pořadovou číslicí a v dalším textu se na ně pod tímto označením odkazujeme). Dále uvádíme jejich výčet podle [2].

- M1. *Gravitace je tendence těles padat dolů, často není považována za sílu.*
- M2. *Působení gravitace se neuplatňuje ihned po puštění či vržení tělesa, ale až s jistým zpožděním nebo až poté, co přestanou působit jiné síly.*
- M3. *Po dopadu tělesa gravitace přestane působit.*
- M4. *Gravitace je velmi velká síla, když působí na tolik věcí najednou.*
- M5. *Gravitační působení je závislé na prostředí (ve vakuu je slabší nebo neexistuje, ve vodě je slabší, popř. působí směrem vzhůru).*

Úlohy jsme zadali v listopadu 2015 žákům čtvrtých, pátých a šestých ročníků na základních školách v Praze, Teplicích a Rumburku. Výzkumu se zúčastnilo celkem 259 žáků ze (75 žáků 4. ročníků, 121 žáků 5. ročníků a 63 žáků 6. ročníků). Ačkoliv náš statistický soubor nebyl příliš rozsáhlý (zejména ve srovnání se zahraničními výzkumy), některé skutečnosti se opakovaně objevily ve výsledcích u všech zadaných úloh, a je proto užitečné a zajímavé se nad nimi zamyslet.

Pro porovnání a také pro ucelenější představu o odolnosti některých miskonceptů uvádíme i výsledky průzkumu, ve kterém jsme představy o gravitaci zjišťovali u studentů oboru Učitelství pro 1. stupeň ZŠ na Pedagogické fakultě v Ústí nad Labem. Studenti řešili stejné úlohy jako žáci (u úlohy Strom a jablka byl text v žákovské verzi zkrácen). Průzkum proběhnul v březnu 2015 a zúčastnilo se ho 23 studentů 3. ročníku (některé výsledky z tohoto průzkumu byly uvedeny v [16]). Cílem tohoto průzkumu bylo zjistit, v jaké míře chybné představy budoucí učitelé ještě mají, abychom mohli identifikovat možné problémy v jejich budoucím působení na žáky.

Co se týče způsobu zadání úloh, byly promítány dataprojektorem. Odpovědi psali žáci i studenti do připravených odpovědních lístků, ve kterých mohli zakroužkovat písmeno odpovídající vybrané odpovědi, nebo mohli doplnit vlastní odpověď (viz možnost „Já si myslím, že. . .“). Na základních školách mohli učitelé rozhodnout, zda žáci budou odpovídat anonymně, či zda se podepíší; studenti učitelství odpovídali anonymně. Před zadáním úloh byli žáci informováni, že se nejedná o žádný test nebo písemku a učitelé byli instruováni, aby žákům stručně vysvětlili, jakým způsobem mají na otázky odpovídat.

Výsledky

V dalším textu uvádíme jednotlivé úlohy (v pořadí, v jakém byly žákům zadávány) a podrobné komentáře, zahrnující rozbor základních chybných představ a jejich četností v jednotlivých ročnících.

Úloha Delfín (obr. 1)

Jak je to správně? Delfín

A Delfin vyskočil nad hladinu moře.

B Na delfina působí stejně velká gravitační síla nad hladinou moře i pod vodou.

C Pod vodou působí na delfina menší gravitační síla.

D Když je delfin pod vodou, působí na něj gravitační síla směrem nahoru.

E Když delfin vyskočí nad hladinu, gravitační síla na něj po dobu skoku nepůsobí.

A Nemáte pravdu. Já si myslím, že ...

Jana
Jirka
Katka
Vojta
Martina

Zdroj: <http://www.megazoo.estranky.cz/>

Obr. 1 Zadání úlohy Delfín

Řešení : Nejpřijatelnější je odpověď A¹⁾, tj. ve vodě i ve vzduchu působí na delfína stejně velká gravitační síla, která stále směřuje dolů.

Výsledky k úloze Delfín

V tabulce 1 jsou uvedeny četnosti odpovědí pro jednotlivá tvrzení a ročníky. V posledním řádku jsou uvedeny četnosti odpovědí studentů učitelství. Četnosti správné odpovědi (A) jsou uvedeny tučně, četnosti nejčastější miskoncepce (tvrzení B) jsou vyznačeny kurzívou.

¹⁾S ohledem na možné zkomplikování situace různými úvahami (např. o změně tíhového zrychlení s výškou), neoznačujeme odpověď jako správnou, ale jako (z vědeckého hlediska) „nejpřijatelnější“. V textu však budeme pro jednoduchost používat označení „správná odpověď“. Totéž platí pro úlohu Padající míček a úlohu Strom a jablka.

Tab. 1 Četnosti odpovědí žáků u úlohy Delfín

Ročník	Četnosti odpovědí žáků v % pro jednotlivá tvrzení				
	A	B	C	D	E
4.	30	27	15	23	5
5.	22	45	9	18	6
6.	38	53	8	1	0
studenti VŠ	62	38	0	0	0

Zajímavá byla i některá tvrzení, jež žáci uváděli jako vlastní odpověď v možnosti E („Já si myslím, že. . .“). Několik odpovědí proto pro ilustraci dále uvádíme (v závorce je ročník, který žák navštěvoval).

- O1. *Když delfín vyskočí nad hladinu moře, tak na něj gravitační síla působí méně než ve vodě.* (4. roč.)
- O2. *Na delfína působí do 10 m pod hladinou gravitační síla nahoru, pod 10 m směrem dolů.* (5. roč.)
- O3. *Když delfín skočí, gravitační síla ho přitáhne zpátky a jeho síla přestane působit.* (5. roč.)
- O4. *Gravitaci přerušíme skokem, síla v skoku vyprchá a gravitace nás přitáhne ke středu Země.* (5. roč.)
- O5. *Když delfín vyskočí nad hladinu, tak na něj gravitační síla působí, a když je pod vodou, tak na něj gravitační síla nepůsobí.* (6. roč.)

Diskuse k úloze Delfín

Jak je z výše uvedených odpovědí vidět, děti si často myslí, že gravitační působení je závislé na prostředí (viz miskoncepce M5), konkrétně že se gravitační síla ve vodě zmenšuje, zvětšuje (odpověď O1), nebo zaniká (odpověď O5²⁾), případně mění svůj směr (odpověď O2). Žáci se také často

²⁾Zahraníční výzkum [3, s. 8] ukázal, že zhruba třetina mladších žáků (konkrétně se jednalo o 4. ročník) si myslí, že gravitační síla pod vodou nepůsobí. V 5. ročníku tuto představu ale zastává již pouze 12 % a v 6. ročníku 5 % dětí. Co se týče číslování ročníků, je zde třeba upozornit na to, že na Novém Zélandu žáci vstupují do 1. ročníku již v pěti letech, proto náš čtvrtý ročník odpovídá spíše jejich pátému ročníku, náš pátý ročník jejich šestému atd. Ročníky uváděné v novozélandském výzkumu jsou proto v textu upraveny tak, aby odpovídaly našemu číslování.

mylně domnívají, že na delfína během skoku působí nějaká „síla skoku“ nebo „síla delfína“, která se postupně zmenšuje nebo „vyprchá“ (odpověď O3 a O4). Děti se dále mylně domnívají, že působení gravitační síly se neuplatňuje ihned po výskoku, ale až s určitým zpožděním, nebo poté, co přestanou působit jiné síly (nejčastěji „síla skoku“). Mezi odpověďmi se objevila i častá chybná představa, že v nejvyšším bodě skoku přestane působit „síla skoku“, která byla příčinou pohybu delfína směrem nahoru, a začne působit gravitační síla, díky níž delfín padá dolů (odpověď O4).

Co se týče četností odpovědí, z tabulky 1 je zřejmé, že počet správných odpovědí (viz představa A „Na delfína působí stejně velká gravitační síla nad hladinou moře i pod vodou.“) se s věkem zvyšuje. Všimněme si dále podrobněji, jak se s věkem mění četnosti nesprávných odpovědí. Zatímco v nižších ročnících žáci volí zhruba rovnoměrně všechny nabízené možnosti, žáci 6. ročníku volí buď správnou odpověď, nebo se většina z nich přiklání k jedné miskoncepti (B), přičemž ostatní představy (D a C) více či méně opouštějí. Dobře je to vidět např. u představy D („Po dobu skoku gravitační síla na delfína nepůsobí.“). Ve 4. ročníku tuto představu upřednostňuje téměř čtvrtina dětí (23 %), zatímco žáci 6. ročníku již tuto představu v podstatě opustili (volilo ji pouze 1 % žáků). U odpovědi C („Gravitační síla působí směrem nahoru.“) je to patrné také, i když změna četností není tak výrazná jako u představy D.

Zajímavé je sledovat, jak se mění četnosti u nesprávné představy B („Pod vodou působí na delfína menší gravitační síla.“). Z tabulky 1 je vidět, že četnost volby odpovědi B se zvýšila mezi 4. a 6. ročníkem téměř na dvojnásobek, tato představa se tedy s rostoucím věkem stává pro děti přitažlivější. Zřejmě vycházejí ze své běžné zkušenosti, že tělesa jsou ve vodě „nadlehčována“, ale neuvědomují si, že síla působící na delfína pod vodou je výslednicí gravitační a vztlakové síly (s pojmem vztlaková síla se v 6. ročníku zpravidla děti ještě nesetkávají, nicméně to nevyklučuje, že o její existenci již mohou vědět).

Co se týče studentů učitelství, volili, podobně jako žáci 6. ročníku, také mezi dvěma možnostmi, tj. vybírali si buď správnou odpověď (A), nebo chybnou odpověď (B). Poměrně vysoká četnost u odpovědi B, volila ji téměř třetina respondentů (32 %), naznačuje, že značná část studentů ještě dobře nerozlišuje mezi gravitační silou a výslednicí gravitační a vztlakové síly, případně že se skládáním sil vůbec nezabývají a jednoduše si myslí, že velikost gravitační síly je ve vodě menší než ve vzduchu (tj. že její velikost závisí na prostředí).

Úloha Padající míček (obr. 2)

Jak je to správně? *Padající míček*

Míček se zkušatí k okraji stolu a volně z něj padá.

A
Jana: Jestliže míček padá, působí na něj po celou dobu pohybu stále stejně velká gravitační síla.

B
Jirka: Když míček padá ze stolu, gravitační síla na něj nepůsobí. Míček padá k zemi samovolně, není k tomu potřeba žádná síla.

C
Vojta: Gravitační síla na míček při pádu působí, není ale pořád stejně velká. Je tím větší, čím rychleji míček padá.

D
Martina: Nemáte pravdu. Já si myslím, že ...

Obr. 2 Zadání úlohy Padající míček

Řešení : Nejpříjemnější je odpověď A.

Výsledky k úloze Padající míček

V tabulce 2 jsou opět uvedeny četnosti správných odpovědí pro jednotlivé ročníky a v posledním řádku pro studenty učitelství. Četnosti správné odpovědi (A) jsou uvedeny tučně, četnosti nejčastější miskoncepce (tvrzení C) jsou vyznačeny kurzívou.

Tab. 2 Četnosti odpovědí žáků u úlohy Padající míček

Ročník	Četnosti odpovědí žáků v % pro jednotlivá tvrzení			
	A	B	<i>C</i>	D
4.	16	43	<i>40</i>	23
5.	32	19	<i>45</i>	18
6.	46	5	<i>49</i>	1
studenti VŠ	78	0	<i>22</i>	0

V této úloze zejména žáci 4. a 5. ročníku uváděli své vlastní odpovědi (možnost D). Několik takových odpovědí pro ilustraci uvádíme.

O6. *Když míček padá, působí na něj gravitace, ale na stole ne.* (4. roč.)

O7. *Když míček padá, působí na něj malá gravitační síla.* (5. roč.)

O8. *Když míček padá, tak gravitační síla ho přitahuje ke středu magnetického pole.* (5. roč.)

Diskuse k úloze Padající míček

Mezi odpověďmi dětí se objevila typická mylná představa, že pokud je těleso v klidu, gravitace na něj nepůsobí (O6). Odpověď O7 naznačuje také jednu velmi častou představu dětí, že gravitace je jakási tendence padat dolů a že tedy k padání tělesa není potřeba žádná síla (případně jen malá síla, jako je tomu v odpovědi O7). V odpovědi O8 se objevuje další typická mylná představa související s tím, jak si děti vysvětlují původ zemské gravitace. Jak již bylo uvedeno výše, gravitační působení žáci často spojují s magnetismem, tj. mají představu, že Země přitahuje věci podobně jako magnet [2]. Odpověď O8 naznačuje, že žák si zřejmě ztotožňuje gravitační a magnetické pole, neboť přisuzuje magnetickému poli jakýsi střed.

Četnosti v tabulce 2 ukazují, že počet správných odpovědí (viz představa A „Po celou dobu pohybu působí stejně velká gravitační síla.“) se opět s věkem zvyšuje, a to poměrně výrazně (v 6. ročníku se četnost správných odpovědí oproti 4. ročníku téměř ztrojnásobila). Co se týče nesprávných odpovědí, je opět patrné, že některé představy postupně oslabují a v 6. ročníku se již téměř nevyskytují. Dobře je to patrné u představy B („Gravitační síla na míček při jeho pádu nepůsobí. Míček padá k zemi samovolně, není k tomu potřeba žádná síla.“), kterou ve 4. ročníku volilo nejvíce dětí, zatímco v 6. ročníku se vyskytuje už jen u 5 % žáků. Podobný výzkum provedený u mladších žáků na Novém Zélandu [3, s. 9] na přelomu 70. a 80. let ukázal, že ve 4. a v 5. ročníku si toto myslelo pouze 1 % žáků, v 6. ročníku pak už nikdo³⁾. Výsledky našeho výzkumu naznačují, že našich žáků se tuto představu daří odbourávat později.

Podobně jako u předchozí úlohy je zajímavý vývoj četností u jedné z nesprávných představ, a to u představy C („Gravitační síla je tím větší, čím

³⁾ V novozélandském výzkumu žáci odpovídali na otázku, zda na člověka, který padá (vyskočil z letadla a nemá otevřený padák), působí gravitační síla. Svoji odpověď mohli vybrat ze čtyř nabídnutých možností (a. Ano, stejná jako na zemi, b. Ano, ale mnohem menší než na zemi, c. Ano, ale mnohem větší než na zemi, d. Ne, nepůsobí na něj žádná gravitace).

rychleji míček padá.“). Četnost volby této odpovědi od 4. do 6. ročníku mírně narůstá, přičemž v 6. ročníku se pro tuto možnost rozhodla téměř polovina dětí, takže četnost této mylné představy je zhruba srovnatelná s četností správné představy. Lze se domnívat, že starší žáci (z 6. ročníku) již více uvažují o změně rychlosti a její příčině, ale mylně ji vidí v rostoucí gravitační síle, což souvisí s tím, že žáci si často myslí, že ke zrychlenému pohybu je potřeba rostoucí síla (tato představa patří k těm nejrozšířenějším a zároveň k nejodolnějším [2]).

Co se týče studentů učitelství, pětina z nich (22 %) zvolila nesprávnou odpověď C. Lze tedy konstatovat, že nezanedbatelná část studentů ještě nemá vytvořenou správnou představu o velikosti gravitační síly v průběhu padání těles.


Úloha Strom a jablka (obr. 3)

Jak je to správně? *Strom a jablka*



A

Na obrázku některá jablka visí na stromě, jedno jablko padá a jedno leží na zemi.

B

Gravitační síla působí pouze na padající jablko. Když jablko visí na větvi nebo když leží na zemi, gravitační síla na něj nepůsobí.


C

Jana
Gravitační síla působí na všechna jablka na obrázku, ale největší je v případě, když jablko padá.

D

Jirka
Na všechna jablka na obrázku působí stejná gravitační síla.

Nemáte pravdu. Já si myslím, že ...

Katka


Obr. 3 Zadání úlohy Strom a jablka

Řešení : Nejpříjemnější je odpověď C.

Výsledky k úloze Strom a jablka

V tabulce 3 jsou opět tučně uvedeny četnosti správných odpovědí (C) pro jednotlivé ročníky a studenty VŠ, kurzívou jsou vyznačeny četnosti nejčastější miskoncepce (tvrzení B).

Tab. 3 Četnosti odpovědí žáků u úlohy Strom a jablka

Ročník	Četnosti odpovědí žáků v % pro jednotlivá tvrzení			
	A	B	C	D
4.	27	33	39	1
5.	20	50	28	2
6.	0	49	51	0
studenti VŠ	0	30	61	9

Pro ilustraci uvádíme dvě vybrané odpovědi žáků, které formulovali v možnosti D.

O9. *Gravitační síla působí více na jablko padající a ležící.* (5. roč.)

O10. *..., ale můžeme to určitě vědět jen pro padající.* (že působí gravitační síla – pozn. aut.). (5. roč.)

Diskuse k úloze Strom a jablka

Žáci si často myslí, že na jablko, které visí na stromě nebo leží na zemi, gravitační síla nepůsobí, nebo na něj působí síla menší (odpověď O9). Zajímavá je i odpověď O10, ve které žák zjevně potřebuje k důkazu existence gravitační síly nějaké její účinky (např. to, že jablko padá).

Četnosti v tabulce 3 ukazují, že počet správných odpovědí (viz představa C „Na všechna jablka na obrázku působí stejná gravitační síla.“) mezi jednotlivými ročníky výrazněji kolísá, nicméně lze říci, že u starších dětí je procento správných odpovědí nejvyšší (51 %). V případě nesprávných představ je opět patrné, že některé představy postupně oslabují. V tomto případě je to patrné u představy A („Gravitační síla působí pouze na padající jablko.“). Zatímco ve 4. ročníku má tuto představu více jak čtvrtina dětí, v 6. ročníku se již neobjevuje u žádného dítěte. Podobné výsledky ukázal i výzkum představ malých dětí provedený na Novém Zélandu [3], o kterém jsme již zmínili u předchozí úlohy.

I u této úlohy se objevuje mylná představa, u níž četnost odpovědí se zvyšujícím věkem roste (viz představa B „Gravitační síla působí na

všechna jablka, ale největší je v případě, že jablko padá.“). Žáci si často myslí, že jestliže se těleso pohybuje, je k tomu potřeba větší gravitační síla, než je-li v klidu. Z výzkumu představ o gravitaci provedeném na Novém Zélandu [3, s. 9] vyplynulo, že 20 % dětí ve 4. ročníku si myslí, že při pádu z letadla působí na člověka větší gravitační síla, než když stojí na zemi. V 5. ročníku to bylo ale již jen 12 % a v 6. ročníku 8 %. Počet dětí zastávající tuto představu se s rostoucím věkem zmenšuje; náš výzkum však naznačuje, že u našich žáků je tomu spíše naopak.

Z tabulky 3 je také vidět, že 30 % studentů učitelství pro 1. stupeň stále ještě zastává nesprávnou představu B, což je v tomto případě poměrně závažné zjištění.

(Pokračování)

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., Rushfords, 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.

Jednoduché pomůcky pro výuku vlnění

LEONTÝNA BRÍZOVÁ – MICHAELA KRÍŽOVÁ – JAN ŠLÉGR

Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové

Protože ceny didaktických pomůcek jsou jakousi virtuální realitou, kde cena téměř nekoreluje s výrobními náklady či kvalitou, zajímalo nás, jak levně vyrobit stroboskop pro školní použití. Vzhledem k tomu, že jsme se z bezpečnostních důvodů chtěli vyhnout použití vysokonapěťových výbojek, padla volba na svítivé diody. Ceny výkonových modulů s velkou svítivostí v poslední době značně klesly, což z nich činí dobrého kandidáta na zdroj stroboskopických záblesků. Naše obavy, že luminofor bude mít jistou světelnou „setrvačnost“ a nebude v impulzním režimu dostatečně rychle zhasínat, se nenaplnily.

K tomuto stroboskopu byl následně sestaven generátor mechanických kmitů pro použití ve výuce.

Konstrukce zdroje kmitů

Na obr. 1 je zdroj kmitů. Základem je generátor funkcí dostupný poměrně levně v [1]. Výhodou tohoto generátoru je možnost digitálního (a