

Konstruktivistické úlohy ve výuce mechaniky na gymnáziu

VLASTA VESELÁ

Sportovní gymnázium Dany a Emila Zátopových, Ostrava-Zábřeh

Anotace: V příspěvku jsou uvedeny první zkušenosti se zavedením konstruktivistických úloh v kinematice, dynamice (včetně gravitační síly) a kapitole mechanická práce, energie, výkon. Jako informační zdroje slouží internet, učebnice a výukové programy.

Klíčová slova: konstruktivismus, konstruktivistické úlohy, mechanika, kinematika, dynamika

Úvod

V současné době se v naší pedagogické literatuře stále častěji objevuje pojem konstruktivismus. V Pedagogickém slovníku je vysvětlován následujícím způsobem: Bohatý teoretický proud ve společenských vědách, který má řadu podob (konstruktivismus kognitivní, sociální, sociologický apod.). [Mareš, Gavora 1999]

Konstruktivistická teorie je teorií poznání, která vychází z teze, že člověk vnímá svět skrze své zkušenosti a vnímá své okolí systémem svého mozku. Vjemy interpretuje na základě vlastních zkušeností a možností je v budoucnu využít. Konstruktivismus tvrdí, že vše, co můžeme poznat, je svět našich zkušeností. Své okolí vnímáme prostřednictvím smyslů a každý jedinec vytváří ve svém mozku vlastní chápání skutečnosti.

Konstruktivisté věří, že neexistuje, fixní, objektivní svět nebo pravda, neexistuje absolutní pravda. Vědomosti jsou pro každého individuální. Nejsou pasivně přijímány, ale aktivně budovány učícím se subjektem. Funkce poznávání je přizpůsobivá a slouží k organizování světa zkušeností, ne k objevování reality. Nehledáme pravdu, ale konstruujeme životaschopné vysvětlení zkušeností. [Švec 2005]

V příspěvku je popsáno několik úloh, vycházejících z těchto principů, pro výuku mechaniky v 1. ročníku gymnázia, které mohou mít motivační vliv na výuku.

Konstruktivistický princip výuky

Chápání poznatků je závislé na jedinci. Příjem informací se děje prostřednictvím smyslů. Mozek buduje schémata nebo kognitivní struktury, které umožňují najít souvislost mezi minulou a současnou zkušeností. Tyto

struktury umožňují jedinci využít minulých zkušeností pro predikci a tuto predikci vysvětlit.

Kognitivní struktury jeidnce nemusejí odpovídat vědeckým strukturám. Tak vzniká mylné pojetí, nepochopení neboli alternativní koncepce, které je velmi rezistentní vůči změnám. [Švec 2005]

Princip výuky z hlediska konstruktivismu spočívá ve skupinové práci žáků, ve využití jejich zkušeností, které se prostřednictvím úloh rozšiřují a žáci s pomocí učitele konstruují své pochopení skutečnosti

Velmi důležité je sledování dotazů žáků. Žáci jsou chápáni jako myslitelé s vlastní teorií o okolním světě. Pracují ve skupinách a úzce spolupracují s učitelem. Učitel vytváří prostředí pro žáky a snaží se chápat problém ze zorného úhlu žáků.

Osnovy jsou prezentovány ve velkých celcích, kurikulární aktivity spočívají hlavně na primárních zdrojích a práci s materiálem. [Brooks, J. G., 1999]

Informační zdroje

Z výše uvedených zásad jsem vycházela při sestavování úloh pro výuku některých kapitol mechaniky v 1. ročníku gymnázia. Žáci pracují ve skupinách, úlohy vycházejí z jejich zkušeností a učitel jim poskytuje kromě vlastních rad a návodů informační zdroje. V mém případě šlo o tyto zdroje: internet, výukový program Langmaster – Škola hrou - Fyzika, vlastní materiály v MS Excel, časopis 3.pól, učebnice, komerční videopořady, a motivační pořady vytvořené Dr. Markovou z Planetária Jana Palisy v Ostravě v rámci doktorské práce.

Modelové konstruktivistické úlohy

Na základě didaktické analýzy učiva a zkušenosti s problémovými tématy v 1. ročníku gymnázia jsem jednotlivá témata jsem seskupila poněkud jinak, než jak jsou tradičně uváděna [Bednařík 1993], [Svoboda 2000], [RVP GV 2004]. Rozdělila jsem je do tří následujících oblastí: kinematika; dynamika včetně gravitačního pole; mechanická práce – energie – výkon s mechanikou tuhého tělesa. Pro oblast mechaniky tekutin nebyla dosud úloha sestavena.

Na základě dlouhodobých špatných zkušeností s chápáním zrychlení jako fyzikální veličiny a zejména jeho jednotky ze strany žáků, jsem do oblasti kinematiky zařadila pouze úlohy o rovnoměrném pohybu, včetně pohybu po kružnici. Zrychlení bylo zavedeno jako důsledek působení sil.

Skládání pohybů a rychlostí bylo probráno formou úloh při operacích s vektory.

Konstrukci grafů dráhy a rychlosti prováděli žáci také v rámci výuky tabulkových kalkulátorů v IVT.

Na začátku školního roku žáci ve třídě vytvořili šest pěti až šestičlenných skupin. Skupiny byly většinou nehomogenní a sestaveny byly náhodně, vzhledem k tomu, že o žácích nebyly dostupné potřebné informace. Na základě vlastního úvodního testu všeobecných fyzikálních znalostí a výsledků přijímacích zkoušek jsem do každé skupiny zařadila jednoho z šestice nejlepších a jednoho z šestice nejhorších žáků. Ostatní členy si tato dvojice vybrala. Skupiny se pojmenovaly.

Skupina, která nejlépe obhájila svůj výsledek pro danou úlohu, získala jedničku pro každého člena.

Kinematika

Pro oblast kinematiky byly vytvořeny menší úlohy k popisu polohy hmotného bodu, vytvoření grafů dráhy a rychlosti pro rovnoměrný pohyb a úlohy na odečítání hodnot veličin z grafu. Část učiva byla probírána frontálně. Frontálním způsobem výuky byly zavedeny základní pojmy (hmotný bod, trajektorie, dráha, okamžitá a průměrná rychlost, rovnoměrný pohyb po kružnici) a také shrnutí témat.

Poloha hmotného bodu a zavedení polohového vektoru:

Učitel předem umístí zajímavý předmět, například míč, do prostoru třídy, například na židli postavenou na lavici. V průběhu hodiny může ve vhodných okamžicích míč odebrat a opět vrátit na místo kvůli zdůraznění složky času ve vztahu k souřadnému systému. Míč považujeme za hmotný bod.

Úloha pro všechny skupiny zní: Určete jednoznačně polohu hmotného bodu v prostoru, tak, aby ostatní skupiny nemohly mít nevyvratitelné námitky. Žáci mají k dispozici délková měřidla a úhloměr.

Role učitele: kontrola samostatné práce skupin a navádění pomocí správných otázek k určení vztažné soustavy a souřadnic hmotného bodu vzhledem k rohu učebny a spojnicím stěn a stropu nebo podlahy. V ideálním případě každá skupina zvolí počátek soustavy v jiném rohu místnosti, čímž je zdůrazněna důležitost volby vztažné soustavy a směr polohového vektoru. Řízení diskuse o výsledcích měření, shrnutí učiva a zápis do sešitu.

Jako alternativu pravoúhlé soustavy souřadnic lze připomenout soustavu zeměpisných souřadnic a na internetu nalézt souřadnice školy udané GPS.

Příklady otázek učitele (nejlépe předem napsat na tabuli): Jak popíšeš polohu míče kamarádovi ze základní školy? Jak spolužákovi z vedlejší skupiny? Jak prezidentovi USA?

Podle kterého objektu budeš polohu míče určovat? Jak ji zjistíš?...

Po určení polohy míče každá skupina prezentuje své výsledky a následuje krátký čas na analýzu rozdílných výsledků. Skupiny opět prezentují svůj závěr. Na závěr práce učitel shrne závěry a provede zápis do sešitů včetně nového pojmu polohový vektor.

Graf dráhy a rychlosti rovnoměrného pohybu:

Cyklista a turista se vydali na Lysou horu. Oba se na příslušných úsecích cesty pohybují rovnoměrným pohybem. Cyklista vyjíždí z Frenštátu p/Radhoštěm, turista vychází z Ostravice. Oba startují ve stejný okamžik. Na vrcholu oba hodinu odpočívají.

Vyhledejte na internetu příslušné vzdálenosti a zvolte hodnoty rychlosti v jednotlivých úsecích.

Načrtněte v pravouhlém souřadném systému x, y závislost vzdálenosti nebo rychlosti od počátku na čase. Přesný graf sestrojte pomocí tabulkového kalkulátoru (Z časových důvodů v hodinách IVT).

Příklady otázek učitele: Vzpomeň si, co je graf závislosti. Uvědom si, v jaké vzdálenosti od počátku se nacházejí sledované objekty na počátku měření. Jak se mění vzdálenost při opočinu?

Odečítání hodnot fyzikálních veličin z grafu:

Žáci mají ve dvojicích k dispozici tabulkový procesor (obr. 1) s připravenými grafy dráhy a rychlosti rovnoměrného pohybu včetně barevně odlišených tabulek hodnot. Nejprve sledují změny grafů při zadání jiných vstupních hodnot rychlosti. Poté mají za úkol popsat pohyb na základě grafu s_2 a s_3 a sestavit rovnici pro výpočet dráhy rovnoměrného pohybu.

Příklady otázek učitele: Co znamená počáteční bod grafu s_2 ? Jak tuto skutečnost zapíšeš do rovnice pro výpočet dráhy rovnoměrného pohybu? Jakou vzdálenost od počátku má hmotný bod?

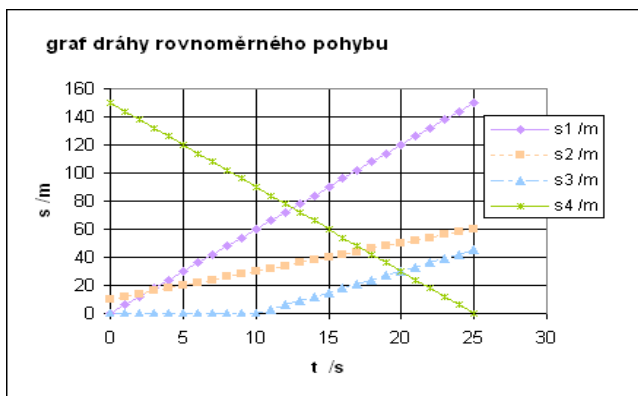
Obr. 1 Ukázka tabulky a grafu, které mají žáci k dispozici.

Graf dráhy rovnoměrného pohybu

v_1/ms^{-1}	v_2/ms^{-1}	v_3/ms^{-1}	v_1/kmh^{-1}	v_2/kmh^{-1}	v_3/kmh^{-1}
6	2	3	21,6	7,2	10,8

t_0/s	t_0/s
10	5

t/s	s_1/m	s_2/m	s_3/m	s_4/m
0	0	10	0	150
1	6	12	0	144
2	12	14	0	138
3	18	16	0	132



16	96	42	18	54
17	102	44	21	48
18	108	46	24	42
19	114	48	27	36
20	120	50	30	30
21	126	52	33	24
22	132	54	36	18
23	138	56	39	12
24	144	58	42	6
25	150	60	45	0

Dynamika a gravitační pole

Toto učivo spojuje kapitoly o silách a jejich působení. Výhodiskem úloh je zkušenost žáků s jízdou na lyžích (lyžařský výcvik, alpské disciplíny na OH). Žáci rozebírají rovnoměrně zrychlený pohyb po nakloněné rovině, Při pádech sjezdařů rozebírají vliv tření na jízdu na lyžích a jízdu do zatáčky a také zjišťují, co se stane, když třecí (dostředivá) síla nepůsobí. Na základě působení známých sil (gravitační a třecí) vyvodí Newtonovy zákony.

Při rozborech pohybů žáci zakreslují pomocí vektorů působení sil na hmotný bod.

Úloha:

1. Popis pohybu sjezdaře, popis skoku do zatáčky,
2. Hledání příčin takového pohybu v působících silách gravitační a třecí, akce reakce.
3. Vyslovení tří N. Z. Zavedení zrychlení.
4. Vysvětlení dostředivého zrychlení
5. Vysvětlení zpomalení pohybu hmotného bodu
6. Hledání vlivu na velikost třecí síly.

Role učitele je v případě takto široce pojaté úlohy dosti složitá. Každá skupina může k získání všech poznatků z dynamiky dospět zcela jinými cestami. Učitel musí podle situace pečlivě zvažovat, zda zvolí frontální způsob výuky nebo skupinovou práci a otázky sestavovat tak, aby žáci byli vedeni ke správným závěrům.

Moje vlastní zkušenost s tímto způsobem výuky ve dvou třídách je taková, že po úvodním rozboru pohybu lyžaře směřovala v jedné třídě další výuka ke třecí síle, ve druhé třídě k Newtonovým zákonům, přesněji k zákonu akce a reakce.

Frontálním způsobem je jistě třeba zavádět nové pojmy (inerciální a neinerciální soustava, hybnost). Typickou prací pro skupiny je řešení slovních úloh.

Mechanická práce, energie, výkon, tuhé těleso:

Úloha „horská dráha“ pro výuku tématu mechanická energie [Veselá 2005]. Úloha zahrnuje dílčí úkoly z kapitol tření, kruhový pohyb, mechanika tuhého tělesa.

Žáci mají za úkol vypočítat parametry velmi jednoduchého modelu horské dráhy, jen s jedním vrcholem a jednou zatáčkou. Výpočet mají provést dvěma způsoby – se třením a s jeho zanedbáním. Poloměr zatáčky má být takový, že přetížení osob nepřesáhne $3g$.

Základní informace o fungování horské dráhy získají žáci z internetu www.rcdb.com/ig2285.htm, protože jejich výchozí představa je taková, že vozíky jsou po celou dobu jízdy poháněny motorem. V této fázi řešení úlohy jsou žáci rozděleni do obvyklých skupin – „primárních“.

Pro další postup řešení úlohy je nutné, aby žáci získali vstupní informace, a to například prostřednictvím výukového programu (Langmaster). Proto jsou složeny „sekundární“ skupiny tak, že každou sekundární skupinu tvoří po jednom členu z každé skupiny primární. Každá „sekundární“ skupina má za úkol nastudovat jedno téma z kapitoly mechanická práce (práce, potenciální a kinetická energie, zákon zachování mechanické energie, výkon).

Představa učitele o průběhu výuky:

1. hodina: žáci získávají první informace o horské dráze na internetové stránce, jsou rozděleni do „sekundárních“ skupin a studují příslušné téma pomocí výukového programu Langmaster. Vše v počítačové učebně.
2. hodina: pokračování studia.
3. hodina: „sekundární“ skupiny prezentují své poznatky ostatním.
4. a 5. hodina: návrat k „primárním“ skupinám a sestavení jednoduchého modelu.
6. hodina: Test.

Skutečnost:

1. hodina: skutečnost vcelku odpovídá představě učitele
2. hodina: pokračování studia.
3. hodina: „sekundární“ skupiny prezentují své poznatky ostatním.
4. a 5. hodina: na základě požadavku žáků opakování příslušného učiva frontálním způsobem.
6. hodina: žáci ve skupinách počítají příklady.
7. hodina: „primární“ skupiny sestavují jednoduchý model.
8. hodina: Test.

Úloha by měla obsahovat i výpočet výšky vozíčku v rámci mechaniky tuhého tělesa. K tomu však z důvodu časové náročnosti nedošlo a mechanika tuhého tělesa byla vyučována klasickým způsobem.

Závěr

Diagnostika výsledků práce žáků by měla být prováděna pomocí standardizovaných didaktických testů [Šedivá 1994], aby bylo možno ověřit, kvalitu přípravy žáků tímto způsobem výuky.

Efektivnost zavádění konstruktivistických úloh bude ověřováno v rámci pedagogického výzkumu. Má vlastní zkušenost z pokusného prvotního

průzkumu je pozitivní. Výuka touto formou proběhla v tomto školním roce ve dvou třídách, tedy se šedesáti čtyřmi žáky. Všichni žáci z fyziky prospěli bez opravných zkoušek, což v naší škole není obvyklé. V minulých letech v prvních ročnících vždy několik žáků konalo opravnou zkoušku nebo neprospělo ve více předmětech.

Školní rok	2000/2001	2003/2004	2004/2005	2005/2006
Počet žáků	96	96	65	64
Neprospělo	8	7	2	0

Literatura

1. BEDNAŘÍK, M. a j. *Fyzika pro gymnázia. Mechanika*. Praha: Prometheus. 1993. ISBN 80-901619-3-6
2. BERTRAND, Y., *Soudobé teorie vzdělávání*. Praha: Portál. 1998. ISBN 80-7178-216-5
3. BLECHA, I. a j., *Filosofický slovník*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. 1998. ISBN 80-7182-064-4
4. BROOKS, J. G., BROOKS, M. *The Case for Constructivist Classrooms*. Alexandria, Virginia USA: ASCD 1999. ISBN 0-87120-358-8
5. DUFFY, T., M., JONASEN, D., H.: *Constructivism and the Technology of Instruction. A Conversation*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 1992. ISBN 0-8058-1272-5
6. JÁCHIM, F., Tesař, J.: *Fyzika pro 7 ročník základní školy*. SPN – Pedagogické nakladatelství a. s., Praha 1999. ISBN 80-7178-167-3.
7. KASÍKOVÁ, H. *Kooperativní učení, kooperativní škola*. Praha: Portál, s. r. o., 1997. ISBN 80-7178-167-3
8. MAREŠ, J., GAVORA, P. *Anglicko-český slovník pedagogický*. Praha: Portál 1999. ISBN 80-7178-310-2
9. RVP GV, VÚP Praha, červen 2004.
10. SVOBODA, E. a j. *Katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky v roce 2004. Fyzika. MŠMT ČR, 5. 10. 2000 pod j. č. 28638/2000-2*.
11. ŠIROKÁ, M. *Testy ze středoškolské fyziky Mechanika*. Praha: Prometheus, 1994. ISBN 80-85849-01-1
12. ŠVEC, M. prezentace na semináři Exemplary Practice in Science Education Ostravská univerzita – 2005.
13. VESELÁ, V. *Constructivist Lessons with Computers*. In Mechlová E. (Ed.) *Information and Communication technology in Education* 2005. Ostrava, Ostravská univerzita, 2005, p 149-152. ISBN – 80-7368-081-5