

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/306100549>

Jak motivovat žáky ve fyzice se zaměřením na nadané

Book · December 2012

CITATION

1

READS

411

1 author:



[Josef Trna](#)

Masaryk University

85 PUBLICATIONS 229 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



PROFILES [View project](#)

Jak motivovat žáky ve fyzice

se zaměřením na nadané



Josef Trna

Brno 2012

**Jak motivovat žáky ve fyzice
se zaměřením na nadané**

Josef Trna

**muni
PRESS**

Paído

**JAK MOTIVOVAT ŽÁKY VE FYZICE
SE ZAMĚŘENÍM NA NADANÉ**

Josef Trna

Brno 2012

Odborná kniha byla vydána v rámci řešení výzkumného záměru MSM0021622443 „Speciální potřeby žáků v kontextu Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání“ a s jeho finanční podporou.

The book has been published as a part of the research project MSM0021622443 “Special Needs of Pupils in the Context of the Framework Educational Programme for Basic Education” and with its financial support.

Publikace vyšla v nakladatelství Paido s vědeckou redakcí.

Recenzovali: doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.
doc. PhDr. Jiří Škoda, Ph.D., a doc. PaedDr. Pavel Doulík, Ph.D.

© 2012 Josef Trna

© 2012 Paido, Brno

© 2012 Masarykova univerzita

ISBN 978-80-7315-238-3 (Paido. Brno)

ISBN 978-80-210-6150-7 (Masarykova univerzita. Brno)

Předmluva

Chování a prožívání žáků při fyzikálním vzdělávání je individuální a závisí podle pedagogické psychologie ve značné míře na jejich motivaci. Motivování žáků ve výuce fyziky významně ovlivňuje výsledky celého vzdělávání. Tato spojitost motivace a vzdělávacího procesu je natolik významná, že je nutné ji podrobně zkoumat. Zjištěné závěry je třeba zařadit do přípravy učitelů a do školské praxe.

Aktuálnost a potřebnost zkoumání problematiky motivace žáků ve výuce fyziky potvrzují časté dotazy učitelů, jak upoutávat pozornost žáků, vzbuzovat jejich aktivitu a vést je k samostatnosti. S tím těsně souvisí vytváření zájmu žáků o fyziku a přírodní vědy. Je třeba nalézt vhodné metody a techniky, jak motivačně působit na žáky, kteří nemají k fyzice vlohly nebo kladný vztah.

Skupinou žáků se specifickými vzdělávacími potřebami jsou nadaní žáci. Jejich motivace má specifickou podobu a významně ovlivňuje rozvoj nadání. Učitel by měl umět identifikovat nadání u svých žáků a být nápomocen při jeho rozvoji. Zejména by měl umět nadané žáky motivovat.

V práci jsou prezentovány výsledky dlouhodobé intenzivní výzkumné činnosti zaměřené především na hledání a vytváření motivačních technik pro poznávací motivování běžné žákovské populace i nadaných žáků základních a středních škol. Výstupy řešení problematiky motivace byly konfrontovány se zkušenostmi s motivováním žáků během mnohaleté autorovy praxe učitele fyziky na základních a středních školách a také z přípravy budoucích učitelů fyziky a přírodovědy na Pedagogické fakultě Masarykovy univerzity.

V Brně v listopadu 2012 J. T.

OBSAH

PŘEDMLUVA	5
ÚVOD	9
1 ZÁJEM ŽÁKŮ A PŘÍRODOVĚDNÉ VZDĚLÁVÁNÍ	11
1.1 Současná situace v přírodovědném vzdělávání	11
1.2 Klesající zájem žáků o přírodovědné vzdělávání v ČR	11
2 MOTIVACE VE VÝUCE	13
2.1 Role motivace ve výuce	13
2.2 Sociální, výkonová a poznávací motivace ve výuce	14
2.3 Zásady motivování ve výuce	15
2.4 Zpětnovazební diagnóza a evaluace účinnosti motivace žáka	16
3 MOTIVACE NADANÝCH ŽÁKŮ	18
3.1 Motivace v modelech nadání	18
3.2 Motivování nadaných žáků ve výuce	19
3.3 Motivování žáků v přírodovědné výuce	21
4 DOVEDNOST UČITELE FYZIKY MOTIVOVAT ŽÁKY	27
5. POZNÁVACÍ MOTIVAČNÍ VÝUKOVÉ TECHNIKY VE FYZICE	29
5.1 Motivační výukové techniky	29
5.2 Klasifikace motivačních výukových technik	30
5.3 Klasifikace poznávacích motivačních výukových technik ve fyzice	30
5.4 Předmětové poznávací motivační výukové techniky ve fyzice	31
5.5 Mezipředmětové poznávací motivační výukové techniky ve fyzice	32
6 NEZÁMĚRNÉ VNÍMÁNÍ A EXPERIMENTOVÁNÍ	34
7 MODELOVÁNÍ OBJEKTŮ A JEVŮ	36
8 SYSTEMATIZACE VĚDOMOSTÍ A DOVEDNOSTÍ	41
9 PODOBNOST A ANALOGIE OBJEKTŮ A JEVŮ	47
9.1 Analogie jako druh podobnosti	47
9.2 Analogie jako metoda vědeckého poznání	48

10	PROBLÉMOVÉ ÚLOHY A PROJEKTY	52
10.1	Problémové úlohy založené na překvapivosti	52
10.2	Problémové úlohy založené na paradoxu	53
10.3	Problémové úlohy založené na pochybnosti	53
10.4	Problémové úlohy založené na nejistotě	54
10.5	Problémové úlohy založené na obtížnosti	55
10.6	Projekty	56
11	JEDNODUCHÉ EXPERIMENTY	59
12	NAUČNÉ FILMY A VIDEOPOŘADY	65
13	PARADOXY, KOUZLA A TRIKY	69
14	HUMOR	72
15	DIDAKTICKÉ HRY A SOUTĚŽE	74
16	APLIKACE FYZIKÁLNÍCH POZNATKŮ V TECHNICE A JINÝCH VĚDÁCH	77
17	FYZIKA A ŽIVOT ČLOVĚKA	80
18	HISTORIE OBJEVŮ A OSUDY VÝZNAMNÝCH FYZIKŮ	84
19	INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE	87
20	VĚDECKOFANTASTICKÁ LITERATURA A FILM	91
21	FYZIKA A UMĚNÍ	92
22	CITÁTY VÝZNAMNÝCH FYZIKŮ	95
23	FILOZOFICKÉ ASPEKTY FYZIKY	96
	ZÁVĚR	99
	LITERATURA	101
	SUMMARY	105
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	107
	VĚCNÝ REJSTRÍK	109

Úvod

Fyzikálně-didaktický přístup k řešení problematiky poznávací motivace žáků může být různý. Hlásíme se k paradigmatu kognitivního konstruktivismu, kdy výuka je založena na žákově činnosti při řešení problémů, asimilování informací, akomodaci a modifikování poznatkových struktur reflexí zkušenosti. Používáme systémovost, charakterizovanou provázaností vzdělávacích cílů, výukových technologií, a evaluaci se zpětnou vazbou. Zastáváme klinicko-technologický přístup ke vzdělávání, který aplikuje do výukové praxe na důkazech (vědeckých poznatcích) založené vzdělávací postupy korigované zkušeností, především z konstrukčního výzkumu, angl. design-based research (Trna, 2011). Naše závery mají tak především podobu doporučených výukových postupů.

V obecně didaktické literatuře jsou motivační vyučovací metody uváděny, nejsou však obvykle detailně popsány, ani nebývají podrobněji uvedena jejich psychologická východiska. Stejně tak dosud chybí popis motivačních výukových metod prakticky použitelných ve výuce fyziky, které by měla zkoumat a vytvářet didaktika fyziky. Pozornost fyziků, didaktiků fyziky, autorů učebnic a učitelů fyziky byla dosud věnována převážně výběru a didaktické transformaci fyzikálních poznatků do výukových projektů fyziky. Kritériem tohoto výběru a transformace byl převážně sám vědecký systém fyziky a inovace jeho objevů. Nebyl brán potřebný ohled na učitele a zejména na žáka jako subjekty fyzikálního vzdělávání, zejména byl opomíjen žákův vztah k fyzice a jeho zájem či nezájem o fyziku. Velmi málo pozornosti je věnováno žákům se specifickými vzdělávacími potřebami. K nim patří také nadaní žáci, jejichž motivací se budeme podrobněji věnovat.

Hlavním cílem práce je přispět k rozvoji didaktiky fyziky doplněním teorie a vytvořením aplikací poznávací motivace žáků v primárním a sekundárním fyzikálním vzdělávání. Jde o zdůvodnění, vyhledání, definování a praktické konstruování poznávacích výukových motivačních technik, kterými může učitel fyziky standardní i nadané žáky motivovat, a tak u nich vytvářet kladný postoj k fyzice a rozvíjet jejich nadání. Většinu uvedených myšlenek je možno přiměřeně aplikovat i v dalších přírodovědných předmětech.

Práce je členěna do dvou základních částí. V první části (kapitoly 1–4) je prezentováno zdůvodnění zásadního významu poznávací motivace standardních a nadaných žáků pro výuku a vzdělávání vůbec. Aplikačním jádrem práce je druhá část (kapitoly 5–23), ve které jsou definovány a na příkladech prezentovány jednotlivé poznávací motivační výukové techniky použitelné ve fyzice na základních a středních školách. Jsou zdůrazněny poznávací motivační výukové techniky vhodné pro nadané žáky.

Terminologie používaná v textu práce je z důvodu zestručnění aplikována tak, že termín „žák“ zahrnuje oboje pohlaví, tedy žáka i žákyni základní a střední školy.

1 ZÁJEM ŽÁKŮ A PŘÍRODOVĚDNÉ VZDĚLÁVÁNÍ

1.1 Současná situace v přírodovědném vzdělávání

Řada současných výzkumů poukazuje na kritický pokles zájmu mladých lidí o studium přírodních věd a matematiky (Mandíková, 2008). Přes zvýšení celkového počtu studentů na vysokých školách v EU se počet studentů fyziky od roku 1995 snížil téměř na polovinu (Rocard, Cersmley, Jotge, Lenzen, Walberg-Herniksson, & Hemoo, 2007). Tento trend vzbuzuje vážné znepokojení v podnikatelské sféře, protože bez tvořivých, přírodovědně a technicky zdatných odborníků hrozí nebezpečí poklesu dynamiky evropské ekonomiky a v dlouhodobém horizontu může dojít ke snížení životní úrovně společnosti. Mezi velmi vážná zjištění evropské expertní skupiny patří, že jednou z hlavních příčin ochabujícího zájmu o studium přírodních věd je způsob výuky přírodních věd. Dosud užívané výukové metody neodpovídají potřebám a představám žáků. Jen 15 % žáků v EU je spokojeno s kvalitou výuky přírodovědných předmětů ve škole a pro téměř 60 % není výuka dostatečně zajímavá (MŠMT, 2010).

Z hlediska potřeb společnosti je nutno obnovit zájem mladé generace o přírodovědné a technické obory, podchytit nadané žáky a vytvořit podmínky pro jejich rozvoj. Ministři školství členských zemí EU přijali „Závěry Rady EU“ ke spolupráci mezi sférou vzdělávání a zaměstnavateli s prioritou zatraktivnění výuky matematiky, přírodních a technických věd. To by mělo vést ke zvýšení počtu absolventů v těchto oborech, a tak napomoci při partnerství mezi vzdělávacími institucemi a zaměstnavateli.

Při inovačním přístupu k výuce matematiky, přírodních a technických věd mají rozhodující a nezastupitelnou roli učitelé, kteří způsobem výuky výrazně ovlivňují své žáky. Pro tento rozhodující úkol však musí být vhodně připravováni. Je nutné nejen změnit způsob výuky, ale je třeba učitele vzdělávat v oblasti inovací a připravovat vhodné podmínky pro výuku, která by motivovala žáky ke studiu.

1.2 Klesající zájem žáků o přírodovědné vzdělávání v ČR

V EU dochází v posledních desetiletích k poklesu zájmu žáků o studium přírodovědných a technických oborů. Přitom zájem je hlavním motivem studia těchto oborů. Obdobná situace je i v České republice, což dokládají výzkumy realizované v rámci TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study). Ukazuje se, že se nezájem o studium přírodních věd v ČR prohlubuje se vzrůstajícím věkem žáků. Například v roce 1995 odmítalo přírodovědu 17 % dotázaných žáků ze 4. ročníků ZŠ, ale v roce 2007 ji odmítalo již 28 % dětí. Žáci 8. tříd v roce 1995 odmítali nejvíce shodně fyziku a chemii (17 %) a v roce 2007 byla nejvíce odmítána opět fyzika (27 %), pak matematika (26 %) a s 22 % chemie (MŠMT, 2008).

Středoškolští žáci odmítají přírodovědné předměty více než žáci základních škol. Například chemie byla na základní škole odmítána méně než 20 % žáků, zatímco na střední škole ji odmítala již téměř polovina žáků (NIDM, 2008).

Výzkumy dokládají, že se žáci rozhodují při volbě povolání a dalšího studia především podle svého zájmu. Je proto třeba, aby výuka přírodovědných předmětů vzbuzovala zájem o přírodovědné obory. Povzbuzující zjištění je, že technické i přírodovědné obory jsou ve srovnání s humanitními předměty vnímány jako praktické, užitečné a perspektivní. Na druhé straně jsou považovány za velmi náročné a často se žáci domnívají, že k jejich studiu je třeba nadání.

Naše výzkumy potvrzují skutečnost, že se zájem u žáků dá vyvolat např. výukou propojenou s praxí a tématy, která ukazují význam přírodovědných předmětů pro každodenní život (Konečný, & Trnová, 2011). Výzkumy ukazují, že je velmi důležité podchytnout zájem žáků o přírodovědné předměty již na nižším stupni ZŠ a trvale podporovat jeho udržení. To však klade velké nároky na vzdělávací systém, zejména pak na učitele.

Komplexní řešení problematiky klesajícího zájmu o přírodovědné a technické vzdělávání u nastupující generace v rozvinutých zemích je otevřenou otázkou, těsně spjatou se současnými a budoucími paradigmaty přírodovědného a technického vzdělávání. Dnes není snadné předpovídat další vývoj budoucích paradigmat (Škoda, & Doulík, 2009), jelikož jsou ovlivňována řadou dynamických parametrů, jako rozvoj vědy a techniky, vliv ICT na společnost, inovace vzdělávacích technologií, ale i ekonomickou a politickou situací společnosti. Motivace žáka však bude mít s velkou pravděpodobností značný význam při uplatnění budoucích paradigmat.

2 MOTIVACE VE VÝUCE

Motivace žáků a příslušné motivační metody a prostředky, které jsou použitelné ve formálním i neformálním vzdělávání, jsou důležitým předmětem oborově-didaktického i speciálně-pedagogického výzkumu (Armstrong, 1998). Přednostně by tato problematika měla být zkoumána v přírodovědných didaktikách.

Motivování žáků v přírodovědné výuce je poměrně široký problém (Bransdorf, Brown, & Cocking, 2000). Je třeba jej řešit v rovině základního i aplikovaného výzkumu (Trna, & Ryk, 1996). Speciální pedagogika a přírodovědné didaktiky jsou vědní disciplíny, ve kterých je mezi základním a aplikovaným výzkumem velmi těsná vazba. Navíc z praktického důvodu je třeba výsledky výzkumu co nejdříve přenést do praxe.

Pro řešení těchto výzkumných problémů jsme použili kombinaci teoretických a empirických výzkumných metod. Teoretická analýza dostupných pramenů vedla k vytvoření systému základních informací o motivaci žáka (Madsen, 1972; Atkinson, 1978; Heckhausen, 1987; Čáp, 1990; Nakonečný, 1997; Nakonečný, 1998 aj.). Teoretická syntéza poznatků o poznávací motivaci umožnila jejich transformaci do přírodovědného vzdělávání. Empirická metoda dotazníku byla použita pro zjištění míry aplikace motivace v přírodovědné výuce.

2.1 Role motivace ve výuce

Při hodnocení postavení motivace ve výchově, a zejména ve vzdělávání, je třeba odlišovat dvojí roli motivace (Hrabal, Man, & Pavelková, 1989, s. 24):

- (a) motivace jedince při výuce,
- (b) rozvoj osobnostní motivační sféry člověka.

Obě tyto roviny působnosti motivačních procesů jsou nedílně propojeny. Lidské učení rozvíjí motivační sféru a naopak osobnostní motivační sféra významně determinuje činnost učební. V dalších úvahách budeme roviny (a) i (b) spojit s výchovou v širokém slova smyslu, přitom rovinu (a) budeme považovat významný faktor vzdělávání (výuky).

Jak žák, tak učitel jsou osobnosti se svými individuálními systémy potřeb, na jejichž základě dochází ke vzniku různých motivů a rozličných motivačních procesů (Maslow, 1970). Optimální situací z hlediska motivace je stav, kdy výuka je pro žáka i učitele komplexní kladnou incentívou (podnětem), která vyvolává a zároveň uspokojuje existující potřebu „vyučovat“, jež je zároveň jednou ze základních potřeb učitele, navíc vyvolávající jeho silnou vnitřní kladnou motivaci. Jinak řečeno, vyučování je pro učitele „posláním, silným zájmem a jedním z hlavních smyslů života“. Obdobné motivační vlastnosti by měla vyvolávat žáková potřeba „učit se“. Tento optimálně motivační stav je sice teoreticky možný, avšak v praxi málo pravděpodobný. Potřeba „učit se“ obvykle není u žáků tou základní, často tato potřeba není vůbec rozvinuta. Stejně tak potřeba „vyučovat“ s výše uvedenými atributy nepatří mezi hlavní potřeby u všech učitelů. Praxe tak přináší situaci, kdy jak žáci, tak učitelé potřebují ke své činnosti vnější motivaci. Tato významná skutečnost

mnohdy uniká pozornosti pedagogů i školské správy. Je-li vnější motivace použita, tak se často jedná o zápornou motivaci. Vznikají stresové a frustrační stavy jak u žáků, tak u učitelů. Následkem je zejména nechuť, dokonce i odpor žáků k výuce, škole a vzdělávání vůbec. Učitelé nechodí do školy s radostí, berou ji též jako nutnost, posléze mnozí i odcházejí. Přitom chování a prožívání žáků i učitelů lze z hlediska motivačního poměrně snadno vysvětlit a nalézt vhodné řešení, kterým je na prvním místě nalezení přiměřené a vhodné kladné motivace, a to především vnitřní.

2.2 Sociální, výkonová a poznávací motivace ve výuce

Chápeme-li výuku jako formu poznávací činnosti, která je realizovaná ve škole převážně v sociálních souvislostech, kdy žáci reagují na výkonové požadavky školy, pak můžeme v souladu s (Hrabal, Man, & Pavelková, 1989, s. 25) nalézt tři základní skupiny dominantních potřeb, které jsou u žáků speciálně ve výuce aktualizovány:

(a) sociální potřeby,

(b) výkonové potřeby,

(c) poznávací potřeby.

Výuka vystupuje pro tyto tři skupiny potřeb v roli komplexní incentive, která aktualizuje uvedené skupiny potřeb v závislosti na individuální struktuře sféry potřeb každého žáka.

Skupinu sociálních a výkonových potřeb zastupují nejčastěji potřeby identifikace a pozitivních vztahů (speciálně: učitel-žák), prestiže a sociálního vlivu, autonomie, kompetence, dosažení úspěšného výkonu a vyhnutí se neúspěchu. Sociální a výkonové potřeby vedou k vnější motivaci žáka, která se vyznačuje velkou motivační energií, často též obsahuje dominantní motiv. Vzbuzená motivace může být kladná, ale též záporná, a to je její největší nevýhoda. Průzkumy užití motivace ve výuce fyziky na základní škole (viz dále) dokládají, že převažuje právě motivace záporná (Hrabal, Man, & Pavelková, 1989; Langr, 1984). Následkem je pak negativní postoj žáků k výuce, což je jeden z největších problémů, který stojí před dnešní školou, obzvláště v přírodovědných a technických předmětech, jako je fyzika a chemie.

Tuto nevýhodu záporné motivace nemá skupina potřeb poznávacích, které se proto budeme dále věnovat. Poznávací potřeby jsou totiž základem vnitřní motivace žáků ve výuce, která je motivací kladnou. Dalším specifikem motivace, vycházející z poznávacích potřeb, je její zčásti odlišná podoba v různých vyučovacích předmětech. Rozbor motivace založené na sociálních a výkonových potřebách je díky své univerzálnosti problematikou patřící do obecné didaktiky. Motivace vzniklá z poznávacích potřeb je předmětem výzkumu oborových didaktik a tedy i přírodovědných didaktik, speciálně i didaktiky fyziky.

Velmi důležitým problémem je rozvoj latentního (skrytého) nadání žáka, které se zatím nerozvinulo (nazýváme je tzv. „spící nadání“). Důležitou výzkumnou otázkou je, jaký význam pro rozvoj tohoto nadání má sociální a výkonová motivace (úspěch, ocenění atd.).

2.3 Zásady motivování ve výuce

Při motivování žáků je třeba dodržovat řadu zásad, které vycházejí z vlastností procesu motivace:

Individuální motivování: Diagnózou stanovené spektrum potřeb žáka s určením jeho dominantních potřeb je základem, ze které vychází proces motivování žáka ve výuce. Individuální přístup umožňuje učiteli volit vhodné motivování žáků. Tato zásada je významná pro nadané žáky (Havingerová, 2011).

Variabilita motivování: Při hromadné výuce ve třídě se díky širokému spektru potřeb a zájmů žáků nepodaří naráz u všech žáků vyvolat optimální motivaci. Učitel tedy musí používat různé motivační postupy. Tímto způsobem se střídavě snaží uspokojovat dominantní potřeby jednotlivých skupin žáků se stejným či podobným spektrem potřeb a zájmů. Opět jde o významnou zásadu pro nadané žáky.

Adekvátnost motivování: Zvolená úroveň a forma motivace žáků musí být adekvátní dané výukové situaci.

Optimální míra motivace: Chybějící motivace, ale i přesycení motivací má stejný dopad, kterým je pokles výkonnosti a zájmu žáků. Častým porušením této zásady bývá soustředování stejných motivačních postupů do jedné vyučovací hodiny (např. experimenty, projekce filmů).

Provedli jsme pedagogický experiment, ve kterém jsme žákům gymnázia (17 roků) promítali tři vyučovací hodiny fyziky po sobě velmi zajímavé (silně motivující) filmy z astrofyziky. Již v průběhu druhé hodiny však žáci reagovali spontánním odmítnutím, byli motivačně přesyceni.

Formování spektra potřeb žáků a tvorby zájmu: V souladu s fázemi a pravidly motivačního procesu, zejména s pravidlem dominance, s nímž je spjat boj motivů a možnost posilování jednoho motivu a současně potlačování motivu jiného, případně s pravidlem sekundárního posilování, se objevuje významná možnost řízení motivace. Formování spektra potřeb žáků a vytváření zájmu je z hlediska motivace nejdůležitější, ale zároveň velmi náročný úkol učitele. Zájem je možno s úspěchem formovat u nadaných žáků pro daný obor (např. fyziku), u běžné žákovské populace se většinou spokojíme s vytvořením kladného či v extrémním případě neutrálního postoje. Výskyt žáků se záporným postojem (odporem) k oboru je třeba považovat za do značné míry neúspěch motivačních snah učitele. Proces formování spektra potřeb žáků přináší i rizika, je-li realizován nesprávně. Tato činnost učitele vyžaduje nejen potřebné znalosti učitele v oblasti motivování, ale též pedagogické zkušenosti. Objevili jsme tři způsoby motivačního formování:

- (1) Využití ontogenetických změn struktury potřeb žáků, kdy s věkem narůstají poznávací potřeby (Maslow, 1970), jež jsou základem zájmu o obor.
- (2) Sekundární motivace žáků, která vychází z pravidel percepce cíle a sekundárního posilování. Např. cíl v podobě úspěchu při přijímacích zkouškách na vysokou školu je pro žáka na střední škole natolik vzdálený, že je třeba žáka sekundárně motivovat – známkou, úspěchem v olympiádě apod.

- (3) Řízený proces konfliktu motivů, jež je založen na přiměřeném neuspokojování nežádoucích (z hlediska výuky) potřeb, vytvoření přiměřeného frustračního tlaku, jenž vede ke kompenzační reakci žáka a vzbuzení žádoucí (z hlediska výuky) potřeby žáka, která se může stát i součástí základu zájmu o obor. Tak například potřebu smyslové a svalové aktivity žáka, která je uspokojována nežádoucími aktivitami z hlediska výuky, jako je čmáráni, hra apod., je možno kompenzovat blízkou poznávací potřebou spojenou s motivačním postupem nezáměrného pozorování a experimentování, žádoucími aktivitami z hlediska výuky.

Přechod od vnější motivace k motivaci vnitřní: Podstatou této zásady je aktualizace poznávacích potřeb majících vazbu na potřeby sociální a výkonové. Tyto poznávací potřeby tvoří přechodový most mezi vnitřní a vnější motivací. Zde se významně uplatní mezi-předmětové motivování. Např. žáka s matematickými schopnostmi a zájmem o počítače zapojíme do numerické části řešení fyzikálního problému či do počítačového modelování fyzikálního objektu nebo jevu. Žáka se zájmem o historii či literaturu naplníme sebevědomím ve fyzice, jestliže může uplatnit své znalosti o významných osobnostech fyziků a jejich místa ve vývoji společnosti.

Přechod od kvantity motivace k její kvalitě: V důvodu funkčnosti a efektivity výuky, kdy je třeba zařadit řadu dalších výukových prvků, je vhodné upřednostňovat kvalitní motivační postupy. Je to i prevence proti nevhodné hypermotivaci žáků.

Potlačování záporné motivace: Z výše uvedených důvodů by tato zásada měla být významným humanizačním prvkem výuky.

Cílevědomost, systematickosti motivování a jeho provázání s ostatními součástmi výuky: Motivování žáků by nemělo být nahodilé, mělo by být plánováno obdobně jako další prvky výuky. Organická provázanost motivace s dalšími součástmi výuky by měla být samozřejmostí.

Propojení motivace s emocemi a vůlí: Učitel i žáci by měli pocítovat motivaci jako přirozenou, kladně emotivně působící organickou součást výuky, která posiluje volní procesy.

Uvedené zásady motivování žáků ve výuce platí nejen pro výuku fyziky, ale i pro mnohé další výukové předměty. Je možno je doplnit o některá další dílčí pravidla (Škoda, & Doulik, 2011), která budeme uvádět u konkrétních motivačních výukových technik v následujících kapitolách.

2.4 Zpětnovazební diagnóza a evaluace účinnosti motivace žáka

Nutným završením motivačních procesů ve výuce je evaluace efektivity působení motivace na žáky, jako zpětná vazba učitelova řídicího procesu (Trna, & Trnová, 1994). Za hlavní hodnotící kritéria lze považovat míru uspokojování poznávacích, sociálních a výkonových potřeb žáků a výsledky procesu učení v podobě úrovně a kvality žakových vědomostí, dovedností a postojů. U nadaných žáků pak míra rozvoje jejich nadání a vytvoření zájmu o přírodovědu (Mónks, & Ypenburg, 2002). Částečně otevřeným problémem je tvorba

speciálních metod diagnózy efektivity motivace. Používáme známé zpětnovazební diagnostické metody např.: pozorování žáků (mimiky, motorických a slovních reakcí), žákovské ústní odpovědi během diskuse, žákovské písemné projevy v poznámkovém sešitě, protokoly z laboratorních měření, výrobky aj., ale též výstupy výuky – ústní a písemné zkoušky, orientační zkouška, domácí úkoly, zkoušky řízené počítačem, manuálně experimentální zkoušky atd. Některé postupy jsou pro určitý motivační postup vhodnější (Hrabal, 1989).

Specifickým indikátorem účinnosti motivace je vazba mezi motivací žáků a motivací učitele. Platí zkušeností ověřená zásada, že podaří-li se učiteli ve výuce vhodně a účinně motivovat, výuka se stává incentívou pro vyvolání a často i uspokojení učitelovy potřeby vyučovat. Pak je učitelova činnost doprovázena jako každá vnitřně motivovaná činnost kladnými emocemi. Tyto libé pocity učitele během i po výuce indikují často správnou míru motivace žáků.

Po provedení **diagnózy a hodnocení efektivity užití motivace ve výuce** by měla následovat **regulace motivační činnosti učitele**, aby byl splněn smysl zpětné vazby. V případě kladného hodnocení je možno pokračovat dle plánu motivačního procesu. Signalizuje-li diagnóza poruchy či neúčinnost motivace, pak je třeba analyzovat druh motivace, která byla neúčinná, zjistit, zdali byla správně aplikována při dodržení zásad motivace a nedostatky odstranit. Jestliže bylo motivování správně realizováno, pak je třeba řešit jejich uspořádání, četnost užití ve výuce apod.

Není možno sestavit univerzální postup pro zpětnovazební regulaci motivování, jelikož se v konkrétní situaci ve výuce ve třídě setkává a kříží mnoho různých faktorů a konkrétních potřeb žáků i učitele. Někdy je vhodné použít i hospitaci kolegů či odborníka – psychologa.

Sebelépe připravené a realizované motivování ve výuce může narušit neuspokojení primárních fyziologických potřeb jako potřeba kyslíku, potravy, vyměšování, vyhnutí se horku či zimě, potřeba svalová aktivity či odpočinku. Proto musí učitel stále počítat s těmito potřebami, stejně jako s potřebami bezpečí, sounáležitosti a lásky. Nesmí zapomínat na to, že spektrum potřeb a zájmů žáků neobsahuje jen poznávací potřeby a zájem o obor.

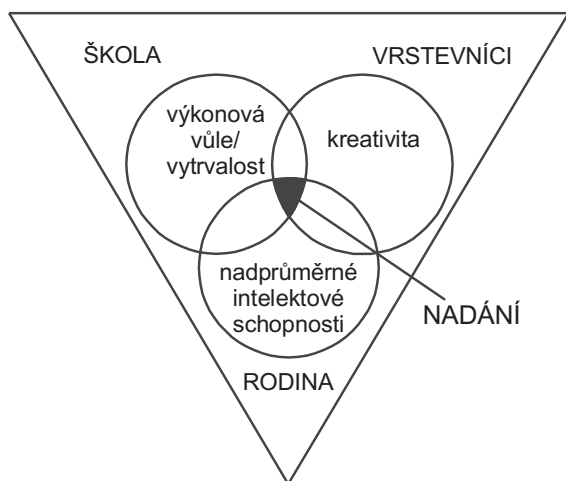
3 MOTIVACE NADANÝCH ŽÁKŮ

Motivace je velmi významná pro výuku běžné žákovské populace i nadaných žáků. V případě nadání hraje motivace specifickou roli. Motivování nadaných a zejména mimořádně nadaných (talentovaných) žáků má svá specifika. Nadaní žáci mají řadu osobnostních specifik, včetně odlišného spektra vzdělávacích potřeb. Nadaný žák je většinou velmi specifickou osobností, ke které musí učitel hledat individualizovaný přístup. Existují však vzdělávací metody a techniky, které jsou pro nadané specificky vhodné. Tato vhodnost je ověřena zkušenostmi učitelů i empirickým výzkumem.

Motivace, a to především poznávací (Deci, 1975), hraje významnou roli při vzdělávání nadaných žáků (Lehrke, Hoffmann, & Gardner, 1985). Nadání a k němu příslušná motivace (Renzulli, & Reis, 1985) patří do problematiky specifických vzdělávacích potřeb nadaných jedinců, kterým dosud není věnována patřičná pozornost. Je tomu tak zřejmě i z důvodu hraničního interdisciplinárního postavení motivace a nadání.

3.1 Motivace v modelech nadání

Motivace sehrává významnou úlohu ve všech lidských aktivitách, tedy i při vzdělávání nadaných žáků. Důkazem je, že modely nadání autorů například J. Tannenbauma, J. S. Renzulliho, F. J. Mönkse nebo F. Gagného zahrnují v různém pojetí motivaci. Renzulliho model, který je velmi často užíván pro podporu vzdělávání nadaných, vysvětluje nadání jako interakci tří skupin osobnostních vlastností, které musí dosahovat určitého stupně rozvoje a vzájemné skladby, aby se staly předpokladem pro podávání mimořádného a tvořivého výkonu (Hříbková, 2009). Těmito skupinami jsou nadprůměrné schopnosti, kreativita a angažovanost v úkolu, kterou je míněna motivace pro dosažení vynikajících výkonů.



Také další modely, které vycházejí z Renzulliho modelu, považují motivaci za nedílnou součást. Psycholog F. J. Mönks převzal od J. S. Renzulliho základní komponenty nadání, avšak jako vývojový psycholog je propojil s hlavními socializačními činiteli, které působí ve vývoji dítěte (Hříbková, 2009). Nadání chápe jako výsledek vzájemného působení vnitřních a vnějších faktorů (obr. 3.1).

Obr. 3.1. Model nadání podle F. J. Mönkse (Hříbková, 2009, s. 80).

Na straně vnitřních faktorů nadání uvádí:

- nadprůměrně vysoké intelektové schopnosti,
- kreativita – vysvětluje jako schopnost vytvářet neotřelé, jedinečné koncepce, mít originální nápady a uskutečňovat je na základě samostatného a produktivního myšlení,
- výkonová vůle (vytrvalost) – vysvětluje ji vůlí a motivační silou provést určitou úlohu nebo dokončit započatou práci; pocit být určitou úlohou přitahován; pracovat na něčem s potěšením; motivovaný člověk si umí stanovovat cíle, dělat plány a dovede podstoupit rizika a překonat nejistoty,

Na straně vnějších (socializačních) faktorů uvádí:

- rodina,
- škola,
- skupiny vrstevníků.

Pro zdravý vývoj a realizaci vloh jsou podle F. J. Mönkse významné sociální interakce, zejména v okruhu rodiny, školy a vrstevnické skupiny, Neodráží-li sociální prostředí vývojové potřeby dítěte, pak se nadání nemůže optimálně vyvinout. Proto také navrhuje mluvit o vysokém nadání teprve tehdy, když všech šest faktorů do sebe zapadá, přičemž se však podle něj model nevztahuje jen na projevené nadání, ale i na skryté (potenciální) nadání (Mönks, & Ypenburg, 2002).

3.2 Motivování nadaných žáků ve výuce

Jak je patrné z výše uvedených modelů, je motivace pro rozvoj nadání nezbytná. U nadaných žáků odborníci uvádějí, že mají silnou vnitřní motivaci pro činnosti spojené s jejich zájmem, které bývají neobvyklé pro jejich věk, a znalosti s nimi spojené často převyšují již v dětském věku znalosti průměrného dospělého člověka. Jejich potřeba vzdělávat se v oblasti mimořádného nadání může mít nepřiměřený, do jisté míry „patologický“ rozměr. To může vést k mylnému závěru, že nadaný žák je „automaticky“ motivovaný a není ho třeba motivovat. V případě, když se této své oblasti nemohou věnovat dostatečně, jejich mimořádně intenzivní vzdělávací potřeba není naplňována, dochází u nich k projevům srovnatelným s projevy deprivace nebo frustrace.

Nadaní žáci se kromě vnitřní motivace k vykonávání činností, které je zajímají, obvykle vyznačují dobrou pamětí, schopností koncentrace, kvalitně a rychle zpracovávat informace a dalšími důležitými faktory a stimulatory pro efektivní učení. Mají tedy předpoklady dosahovat vynikajících výsledků v učení, což většina nadaných dětí skutečně ve škole dosahuje. Proto se na ně obvykle hledí jako na žáky, kterým jde učení snáze, rychleji a není potřeba se jim důkladněji věnovat.

Někteří nadaní žáci však projevují výrazné odlišnosti v poměru mezi svojí vnější a vnitřní motivací k učení. Právě preference vnitřních motivačních faktorů a velká nezávislost na motivaci zvnějšku u nich zapříčiňuje paradoxně ve školním prostředí často nedostatečný zájem o školní práci. Jsou silně motivovaní pouze pro oblast jejich zájmu a bývá velmi obtížné získat je pro něco jiného. Věnovat se učivu, které nesouvisí s jejich

zájmy, považují za ztrátu času. Motivování takových žáků je tak pro pedagoga, který neprošel intenzivním vzděláváním v této oblasti, mimořádně náročné.

Další moment ve vztahu motivace a nadání je odkrývání latentního nadání, které se vyskytuje zejména u mladších dětí, které ještě nemají vyhraněné zájmy. Předpokládá se, že nadání latentní přechází v manifestované (projevené) vnější stimulaci dítěte vlivem vhodného prostředí (Hříbková, 2009). Vzhledem k tomu, že dětské schopnosti dnes chápeme jako fluidní, se specifickými přednostmi a nedostatky, nikoli jako fixní a neměnné a že nadání se může projevit různými způsoby v nečekaných situacích během celého života, je tedy nezbytné vytvářet podnětné prostředí. Nadání se nevyvíjí samovolně bez pomoci. K tomu, aby žáci dosáhli mimořádných schopností v určité oblasti, musí mít podmínky k učení, to znamená vyučování na vysoké odborné i metodické úrovni, povzbuzení a podporu okolí (Freeman, 2010). Identifikace dětí dosahujících výjimečných výkonů, ať již na základě školních známek nebo inteligenčních testů, je relativně přímá, ale vyhledávání pravděpodobně mnohem většího množství dětí se skrytými schopnostmi je mnohem obtížnější. Pokud u žáků nevybudíme zájem zabývat se určitou problematikou, nemohou zjistit, že pro ni mají nadání. Nejlepší způsob, jak pomoci dětem potenciálně nadaným, je poskytnout jim to, co potřebují, aby vynikly, společně s nenásilným, ale účinným vedením. Někteří pedagogové jsou toho názoru, že neefektivnějším způsobem podpory nadání, zejména u dětí a žáků mladšího školního věku, je snažit se individualizací a vnitřní diferenciací výuky dosáhnout osobního maxima u všech dětí. Pokud se u dítěte projeví výrazné nadání v nějaké oblasti, musí se mu dostat individuální podpory odpovídající charakteru a míře projeveného nadání. Povzbuzovat, motivovat a inspirovat všechny, podporovat a dále rozvíjet jednotlivce podle jejich individuálních vzdělávacích potřeb. Pro maximální rozvoj nadaného jedince je vhodná včasná identifikace nadání, protože pro rozvoj některých typů nadání existují vývojové limity (např. sportovní nadání).

Další důležitý moment je rozvíjení a podněcování nadaných žáků v rámci inkluzivního vzdělávání. Někteří nadaní žáci ve třídě ustrnou z různých důvodů, jako je např. snaha nevyčnívat a neodlišovat se. Příčinou může být i špatné vedení ze strany učitele, kdy žák ztrácí motivaci pro vyšší výkony. Výjimečné není, že nadaný nedosahuje výsledky, ke kterým má schopnosti. Musíme si však uvědomit, že mnoho nadaných žáků má problémy se svým sebepojetím a zařazením se do sociální skupiny, z čehož mnohdy mohou pramenit problémy odrážející se v celé sféře osobnosti i vzdělávání. Důležité je povzbuzovat je k většímu úsilí a respektovat jejich specifické vzdělávací potřeby. S tím souvisí možnost, jak při inkluzi rozvíjet nadaného žáka.

Základními formami vzdělávání nadaných žáků je takzvané obohacování tj. rozšiřování základního učiva o další poznatky a zvyšování náročnosti učiva. Při výuce je potřeba vycházet z individuálních rysů nadaných žáků a respektovat je. Nadaní žáci potřebují k rozvoji svých schopností náročnější úkoly a odpovídající intelektovou stimulaci, aby nedošlo ke ztrátě motivace k učení. Vzdělávání nadaných žáků, kteří jsou motivováni k vysokým výkonům, je jistě radostí pro každého učitele. Podle některých autorů, vychází motivace nadaných z jejich podstaty, protože jsou zvědaví.

Při vzdělávání nadaných žáků je velmi důležitý individuální přístup. Nadaní žáci nejsou homogenní skupinou, i když vykazují některé společné znaky, liší se podle typu nadání. Rozdílné jsou postupy při jejich motivaci. Je tedy třeba vhodně přistupovat k jejich vzdělávání. Individuální integrace nadaného žáka je častou, avšak velmi náročnou

formou jeho vzdělávání. Klade velké nároky na pedagoga a nadaný žák se může ve třídě za určitých okolností ocitnout ve složitém postavení. Může se stát terčem šikany nebo přinejmenším nemá spolužáky, se kterými by si rozuměl. Učitel může nadaného žáka využívat pro pomoc slabším žákům, což jej sice může rozvíjet sociálně, ale nikoli v oblasti jeho nadání. V případech individuální integrace je důležité poskytnout nadanému žákovi možnost, aby přiměřený čas trávil buď individuální výukou v oblasti svého nadání, nebo ve skupině podobně nadaných žáků. Individuální integrace přináší i některá rizika. Jedním z významných je nálepkování. Označování žáků jako intelektově nadaných může vést k jejich formálnímu vyčlenění od ostatních žáků školy (v případě integrace ve speciální třídě) nebo třídy (v případě individuální integrace). Stává se, že nadaní žáci se stávají terčem výsměchu, nadávek, šikanování, nebo naopak někteří nadaní žáci mohou získat neoprávněný pocit výjimečnosti (Jurášková, 2006).

Motivování nadaných žáků je velmi náročnou profesní činností učitele, na kterou by měl být dostatečně připraven. V této oblasti má český vzdělávací systém dosud značné rezervy.

3.3 Motivování žáků v přírodovědné výuce

Východiskem pro úvahy o motivování žáků v přírodovědné výuce je zjištění úrovně motivování v reálné výuce na školách. Toto zjišťování lze realizovat různými výzkumnými metodami: hospitace ve výuce, analýza písemných materiálů (přípravy učitelů, poznámkové sešity žáků), rozhovor s učiteli a žáky, dotazník pro učitele a žáky atd. Existují četné domácí i zahraniční výzkumy, které se věnují motivaci žáků a učitelů ve výuce (Kekule, Pöschl, & Žák, 2008; Höfer, & Svoboda, 2008; Pavelková, 2005; Projekt ROSE, 2008; Williams, 2003; Svoboda, & Höfer, 2007aj.). Provedli jsme také řadu vlastních výzkumů úrovně a stavu motivování žáků v přírodovědné výuce. Dva z nich jako příklady z různých období nyní uvádíme:

Výzkum 1:

Cílem šetření bylo zjistit, jaké motivační postupy jsou ve škole používány a jak jsou reflektovány žáky. Pro naše šetření jsme zvolili dotazníkovou metodu pro žáky. Dotazník byl zadán v roce 1992 171 žákům osmých tříd (průměrný věk 14 let) základních škol, jelikož tito respondenti mají již dostatečné zkušenosti z výuky fyziky a vytvořené postoje k vyučovací metodám a postupům; navíc absolvovali výuku fyziky téměř shodného obsahu a užívaných vyučovacích metod, forem a prostředků. Pro vyhodnocení odpovědí respondentů jsme zvolili jednoduchou metodiku. V ní jsme vyšli z předpokladu, že každá činnost žáka (a jí odpovídající druh chování) je motivována, odpovídá jí tedy určitý motiv či skupina motivů (např. zájem). Předmětem výzkumu bylo zjištění, zda daná motivovaná činnost žáka ve výuce fyziky je realizována kladnou či zápornou motivací. Indikátorem se stal žákův postoj ke zvolenému chování, který je podmíněn emotivním zabarvením motivace – kladné či záporné.

Jestliže žák chce činnost provádět, je-li mu příjemná, pak jde o kladnou motivaci (jev K), naopak, je-li činnost odmítána jako nepříjemná, pak jde o motivaci zápornou (jev Z). Individuální charakter motivace způsobuje, že daná činnost je u některých žáků motivována kladně, u jiných záporně. Proto v případě hromadné výuky (naš případ) je nutno hodnotit motivační postup podle převažující, stejně motivované (kladně či záporně) části žáků. Odpovídajícím hodnotícím kritériem tak může být rozdíl četností jevů K a Z u dané činnosti. Provedli jsme srovnání činností podle míry obou druhů motivace, podle hodnoty rozdílu četností a také podle zjištění četnosti výskytu této činnosti ve výuce (jev V). Dotazník obsahoval 30 položek, které jsme doplnili četnostmi (procentuálními) vyjádřenými celými čísly, a to v pořadí: $n|V|$, $n|K|$, $n|Z|$, $(n|K| - n|Z|)$:

Tab. 3.1. Výzkum motivace

	Otázka	$n V $	$n K $	$n Z $	$(n K - n Z)$	Motivace
1	<i>Sledovat film či videopřehled o fyzikálních jevech.</i>	11	81	0	+81	<i>extrémně kladná</i>
2	<i>Poslouchat učitelův výklad fyzikálních zákonů a objevů.</i>	80	19	2	+17	
3	<i>Připravit si doma zajímavý článek o fyzice a přednést ho ve škole jako referát nebo si takový referát vyslechnout.</i>	19	26	33	-7	
4	<i>Vyhledávat v knihách a časopisech citáty významných fyziků (to, co moudrého řekli), zapisovat si je ve škole do sešitů a povídat si o nich s učitelem.</i>	12	23	28	-5	
5	<i>Pozorovat, jak učitel provádí ve třídě fyzikální pokus.</i>	79	46	2	+44	
6	<i>Vidět neobvyklý fyzikální pokus či kouzlo a pak s pomocí učitele přijít na jeho fyzikální podstatu.</i>	9	76	0	+76	<i>extrémně kladná</i>
7	<i>Sám provádět pokus nebo měření během hodiny fyziky nebo jako laboratorní úlohu.</i>	64	36	22	+14	
8	<i>Sledovat řešení fyzikální úlohy na tabuli a zapisovat ji do sešitu.</i>	90	6	28	-22	
9	<i>Řešit (počítat) fyzikální úlohy (příklady) v sešitě.</i>	88	5	40	-35	
10	<i>Psát fyzikální test s výběrem správných odpovědí.</i>	29	37	37	2	
11	<i>Opisovat definice, příklady a obkreslovat obrázky z učebnice fyziky do sešitu (ve škole i doma).</i>	85	3	50	-47	
12	<i>Psát písemnou práci z fyziky na řešení úloh (příkladů).</i>	84	3	79	-76	<i>extrémně záporná</i>

13	<i>Být zkušěn ústně u tabule.</i>	90	5	39	-34	
14	<i>Být orientačně zkušěn v lavici.</i>	64	14	35	-21	
15	<i>Vyhledávat v knihách životopisy významných fyziků.</i>	15	27	19	+8	
16	<i>Vymýšlet si sám fyzikální úlohy (příklady), zkoušet je řešit a pak je třeba v hodině zadávat spolužákům.</i>	12	13	60	-47	
17	<i>Objeovat společně s učitelem fyzikální zákony besedou o fyzikálních dějích, spojenou s pokusy.</i>	15	58	6	+52	<i>extrémně kladná</i>
18	<i>Besedovat s učitelem o tom, co už o fyzice známe z dřívějška (z televize, z knih, z časopisů a ze života).</i>	17	51	19	+32	
19	<i>Řeší složité úlohy (např. fyzikální olympiádu).</i>	34	6	53	-47	
20	<i>Hledat souvislosti mezi znalostmi z fyziky, uspořádávat je.</i>	18	12	24	-12	
21	<i>Učit se fyzikální vztahy (vzorce) nazpaměť.</i>	78	2	68	-66	<i>extrémně záporná</i>
22	<i>Vyrobít doma, v kroužku, či v hodině fyziky s radami učitele nějaké zařízení, či přístroj.</i>	5	46	14	+32	
23	<i>Navštěvovat továrny, výzkumná pracoviště, či místa, kde lze uvidět využití fyziky v praxi.</i>	1	77	2	+75	<i>extrémně kladná</i>
24	<i>Pracovat s počítačem při řešení fyzikálních úloh (příkladů), při pokusech, či měřeních.</i>	1	81	2	+79	<i>extrémně kladná</i>
25	<i>Soutěžít se spolužáky ve fyzikálních znalostech, řešení fyzikálních úloh apod.</i>	18	21	26	-5	
26	<i>Poslouchat učitele fyziky, jak vysvětluje fungování, podstatu či význam fyzikálního jevu či zařízení.</i>	84	13	15	-2	
27	<i>Přečíst si sám v učebnici v hodině či doma o podstatě fyzikálního jevu a udělat si výpisky do sešitu.</i>	50	2	75	-73	<i>extrémně záporná</i>
28	<i>Dovědět se o tom, jak fyzika souvisí s jinými vědami, s biologií, chemií, ekologií atd.</i>	15	50	10	+40	
29	<i>Číst sci-fi povídky a besedovat o nich s učitelem.</i>	2	83	2	+81	<i>extrémně kladná</i>
30	<i>Obávat se zkoušení či písemné práce z fyziky.</i>	82	4	70	-66	<i>extrémně záporná</i>

Výsledky dotazníku dovolují formulovat následující závěry:

- Při uvedené skladbě činností a chování žáků ve výuce fyziky jsme objevili poměrně vyrovnaný počet kladně i záporně motivovaných činností žáků – 13 kladně a 16 záporně. Obdobná vyrovnanost panuje i v extrémně motivovaných činnostech (nad 50 %) – 6 kladně a 4 záporně.
- Nabídnuté činnosti a druhy chování žáků však byly sestavovány jako spektrum možností bez ohledu na výskyt ve skutečné výuce. Nebylo přihlíženo k poměru činností učitele a žáků, ani k míře aktivity žáků ve výuce (tzv. „aktivní a pasivní činnost“). Proto je hlavním závěrem zjištění, že 10 činností spjatých se zápornou motivací provádí v praktické výuce víc jak 50 % žáků (č. 8, 9, 11, 12, 13, 14, 21, 26, 27, 30), oproti tomu jen 3 činnosti kladně motivované se vyskytují stejně často (č. 2, 5, 7). Navíc všech 6 extrémně kladně motivovaných činností zažívá ve výuce méně jak 15 % žáků (č. 1, 6, 17, 23, 24, 29).

Naše zjištění stavu motivování žáků základní školy ve výuce fyziky je poměrně varující diagnóza. Žáci se totiž setkávají nejčastěji se zápornou motivací, doprovázenou pocitem nelibosti, frustrace až odporu k fyzice. Vytvořené postoje k fyzikálnímu vzdělávání jsou pak negativní. Přitom existují činnosti, které dovedou žáky motivovat kladně a vytvářet zájem o fyziku nebo alespoň kladný či neutrální postoj. Souhlasíme s názory, že zápornou motivaci nelze z výuky úplně odstranit (ani by to nebylo účelné), je ji však třeba co nejméně omezit.

Výzkum 2:

Základní výzkumnou otázkou tohoto výzkumu bylo: **Které motivační výukové techniky efektivně motivují nadané žáky ve výuce chemie?**

Za základní soubor jsme považovali všechny nadané žáky devátých ročníků základní škol (věk 14–15 let). Předpokládali jsme, že dostatečně reprezentativní vzorek jsou nadaní žáci jednoho okresu. Tito žáci navštěvovali městské i venkovské školy. Dotazník byl aplikován v lednu 2009 na 26 nadaných žáků pro chemii z okresu Blansko. Jejich nadání bylo doloženo rozhovory s jejich učiteli chemie a zejména jejich účastí na chemické soutěži „Pohár Heyrovského“. Pro srovnání byl sestaven soubor 60 standardních („nenadaných“) žáků, kteří byli ze stejných škol. Jejich chybějící nadání bylo potvrzeno opět rozhovorem s jejich učiteli a navíc jejich osobním prohlášením, že „je chemie nebaví“. Dotazník sestával ze sady otevřených a uzavřených položek. Poslední položka byla uzavřená a tvořila ji nabídka motivačních výukových technik:

„Vyber minimálně 3 a maximálně 5 témat, která bys zařadil (-a) do hodin chemie.“

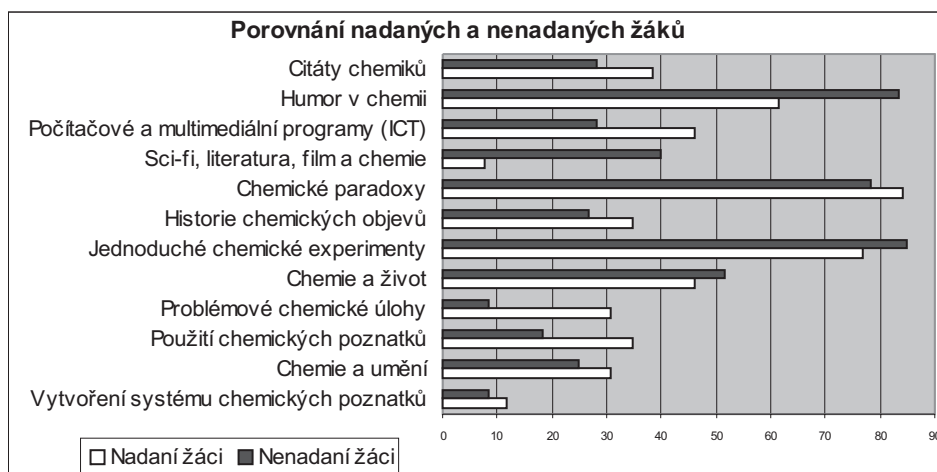
Vybraná témata zatrhni.

- Vytvoření systému chemických poznatků
- Chemie a umění
- Použití chemických poznatků v technice a jiných vědách
- Problémové chemické úlohy a projekty
- Chemie a život člověka
- Jednoduché chemické experimenty
- Historie chemických objevů a osudy významných chemiků
- Chemické paradoxy, kouzla a triky
- Film a literatura
- Počítače, internet a další informační a komunikační technologie v chemii
- Chemický humor
- Citáty významných chemiků

Výsledky výzkumu shrnuje tabulka:

Tab. 3.2. Výběr motivačních výukových technik

		Nadaní žáci N = 26	Standardní žáci N = 60	
		Četnost %	Četnost %	
1	Vytvoření systému chemických poznatků	11,54	8,33	
2	Chemie a umění	30,77	25,00	
3	Použití chemických poznatků	34,62	18,33	
4	Problémové chemické úlohy	30,77	8,33	statisticky významné
5	Chemie a život	46,15	51,67	
6	Jednoduché chemické experimenty	76,92	86,67	
7	Historie chemických objevů	34,62	26,67	
8	Chemické paradoxy	84,62	78,33	
9	Sci-fi, literatura, film a chemie	7,69	40,00	statisticky významné
10	Počítačové a multimediální programy (ICT)	46,15	28,33	
11	Humor v chemii	61,54	83,33	
12	Citáty chemiků	38,46	28,33	



Obr. 3.2. Výběr motivačních výukových technik

Položka s uzavřenou otázkou výběru motivačních výukových technik přinesla zajímavý závěr při srovnání odpovědí nadaných a standardních žáků. Testem dobré shody χ^2 -kvadrát jsme zjistili statisticky významný rozdíl u dvou položek. Jsou to Problémové úlohy a Sci-fi literatura a film. Standardní žáci mají mnohem větší zájem o sci-fi než nadaní. Tento výsledek můžeme zdůvodnit hledáním relaxace ve výuce chemie u standardních žáků, které chemie nebaví. U nadaných žáků je významný zájem o řešení problémových úloh. Pokud srovnáme celkově zjištěné výsledky dotazníkového výzkumu, pak lze konstatovat, že řešení problémů by se mělo stát významnou součástí výuky nadaných žáků. Zde nacházíme silnou podporu pro osvojování dovedností ve výuce chemie, především pro nadané žáky.

Naše výzkumy a další obdobné výzkumy dokládají skutečnost, že motivování standardních i nadaných žáků v přírodovědné výuce fyziky a chemie není na dobré úrovni. Stejně tak není dostatečná příprava přírodovědných učitelů pro motivování. Problematice motivace žáků v přírodovědném vzdělávání začíná být věnována pozornost oborových didaktiků, avšak práce jsou většinou deskriptivní (Kvítek, 2008) a konstrukční (Drozd, & Brockmeyerová, 2003) nikoliv systémově-analytické. Cílem naší studie je proto přispět k rozvoji teorie i praxe motivování.

4 DOVEDNOST UČITELE FYZIKY MOTIVOVAT ŽÁKY

Pedagogická dovednost motivování žáků patří k náročným činnostem učitele (Švec, 1999), což plyne mj. z nutnosti provedení dokonalé pedagogicko-psychologické diagnózy motivačního spektra osobnosti žáka. **Dovednost učitele motivovat** by mohla sloužit jako jedno z významných kritérií kvality učitele. Tato dovednost předpokládá existenci a rozvoj základních komunikativních schopností učitele, kterými jsou expresivnost a empatie. Nepochopitelné jsou též operativní teoretické vědomosti o motivaci, spojené s praktickými zkušenostmi. Učitel by měl dokonale ovládat motivaci na úrovni reproduktivní, ale i produktivní (modifikační), aby uměl přizpůsobovat prostředky motivování měnící se pedagogické situaci a specifikám osobností žáků ve výuce.

Utváření dovednosti motivovat žáky je dlouhodobý proces, který začíná v pregraduální přípravě učitele a je dokončován v průběhu jeho profesního zrání na škole. Jako každá pedagogická dovednost (Švec, 1999) má i tato dovednost několik etap tvorby:

(1) Etapa motivační:

Základem první etapy je vzbuzení potřeby a zájmu učitele zabývat se problematikou motivace žáků. Jako vodná incentiva pro vytvoření učitelova zájmu může sloužit informace o této problematice, konkrétní ukázky výukové technologie využívající motivačních postupů a úspěšná aplikace motivace ve výuce.

(2) Etapa orientační:

Zde jde nejprve o získání vědomostí, jež tvoří základ myšlenkové složky dovednosti. Smyslová a motorická složka dovednosti se spojují při tvorbě motivačních návyků. Etapu pak dovršuje vnitřní řeč učitele spjatá s aplikací motivačních nástrojů. Poznatky musí být strukturované, aby mohly tvořit funkční systém.

(3) Etapa stabilizační:

Tato etapa je založena na reproduktivním používání již vytvořených vzorových motivačních postupů. Je vhodné, aby tento motivační trénink byl řízen a korigován zkušeným školitelem v rámci kvalifikačního kurzu.

(4) Etapa dotvářecí:

Zde dochází k propojení vědomostí o motivaci a vytvořených návyků s konkrétními zkušenostmi z praktické výuky. Mělo by jít již o produktivní (modifikační) a ve vyšším stádiu o tvořivé používání jednoduchých i složitých motivačních postupů. Různorodost a složitost motivování si vynucuje používat kombinaci jednotlivých motivačních postupů a dodržování zásad motivování žáků.

(5) Etapa integrační:

Závěrečná etapa tvorby pedagogické dovednosti, která probíhá dlouhodobě během učitelské praxe. Obsahuje začleňování motivačních postupů do celkové výukové technologie a řešení konkrétních výukových situací užitím motivace. Rozhodující význam zde má učitelova autodiagnostika spjatá s autokorekcí vlastní činnosti.

Úroveň této pedagogické dovednosti našich učitelů, včetně učitelů fyziky, není dosud příliš vysoká. Svědčí o tom naše vlastní výzkumy o stavu motivování žáků našich škol ve výuce fyziky a také některé další výzkumy. O. Šimoník (1994) uvádí, že u českých začínajících učitelů různých předmětů 60 % z nich má významné profesionální potíže při motivování žáků. Důvodů tohoto stavu je zřejmě více, významnou příčinou je zřejmě fakt, že 30 % z nich nebylo vůbec na motivování žáků během vysokoškolského studia profesně připravováno. Tyto závěry vedou k nutnosti zkoumání této problematiky v didaktice fyziky a k zavedení osvojování dovednosti motivovat žáky do profesní přípravy učitelů. Je třeba konstatovat, že na některých učitelských fakultách v České republice se problematice začínají věnovat. Např. na Pedagogické fakultě MU je již řadu let příslušné disciplína zařazena do kurikula přípravy učitelů fyziky. Na problematiku motivace žáků je zaměřen několikaletý výzkum i v rámci mezinárodních projektů (Trna, 1994; Trna, 1993; Trna, 1995, Trna, 1996a, Trna, 1996b; Trna, & Trnová, 2006 aj.).

5. POZNÁVACÍ MOTIVAČNÍ VÝUKOVÉ TECHNIKY VE FYZICE

5.1 Motivační výukové techniky

Cílené motivování jedince je velmi náročná činnost, jak v neformální výchově a vzdělávání mimo školu (např. v rodině, v zájmových aktivitách), tak zejména při formálním vzdělávání ve škole. Při dalších úvahách se zaměříme na motivování žáků ve výuce, a to speciálně ve výuce fyziky. Mnoho našich závěrů platí pochopitelně i pro motivování dětí mimo školní výuku. Jelikož se spektrum potřeb u jedince vyvíjí během života, zejména během jeho školní docházky, některé z dále uváděných motivačních postupů je účinnější aplikovat v primárním, jiné v sekundárním či terciárním stupni vzdělávání. Prvotně se zaměříme na sekundární vzdělávání, tedy na druhém stupni základních škol a na školách středních.

Obecná didaktika obvykle zařazuje motivaci do problematiky vyučovacích metod (Maňák, 1995; Průcha, 2002; Průcha, Walterová & Mareš, 1998 aj.). Řadit motivaci žáků mezi vyučovací metody (např. Mojžíšek, 1977), však nepovažujeme za správné, a to z těchto důvodů:

- (a) Vyčleněním **motivačních vyučovacích metod** jako zvláštní skupiny vyučovacích metod naznačujeme, že v jiných vyučovacích metodách motivace není, či je nevýznamná. Domníváme se však, že nelze aplikovat jakoukoliv vyučovací metodu, ve které by žáci nebyli motivováni. Dovedeno do absurdity – žák, který nebude pro výuku nijak motivován, do školy vůbec nepřejde. Z tohoto důvodu se musí motivační složka objevit ve všech vyučovacích metodách, proto ji není vhodné vyčleňovat jako zvláštní vyučovací metodu.
- (b) Uváděné motivační vyučovací metody obsahují převážně jen poznávací motivaci, postrádáme zde sociální a výkonovou motivaci (soutěže, motivaci při hodnocení žáků aj.), metody jsou tedy neúplné.
- (c) Rozbor jednotlivých dílčích motivačních vyučovacích metod přináší poznatek, že je lze zařadit do zbývajících vyučovacích metod, což je v souladu s důvodem (a): rozhovor, vyprávění a demonstrace jsou přímo expoziční metody; aktualizace obsahu, uvádění příkladů z praxe, ilustrace jsou nedílnou součástí jednotlivých expozičních metod; podněcování žáků výzvou, pochvalou nemůže chybět v žádné vyučovací metodě (pochvala patří k sociální a výkonové motivaci – viz (b)). Tak nám postupně nezbude žádná speciální didaktická aktivita, pro niž bychom byli nuceni vytvořit zvláštní skupinu vyučovacích metod.
- (d) Mezi základní charakteristiky všech vyučovacích metod patří mimo jiné i pedagogicko-didaktická specifičnost, tedy rozvíjení žáků vědomostmi a dovednostmi a skutečnost, že se vyučovací metoda může a má stát i obsahem výuky – což motivace nesplňuje: je užívána i mimo výuku, je zaměřena na žáky a ne na vědomosti a dovednosti.

Výše uvedené důvody nás přivedly k definování pojmu **motivační výuková technika** (dále jen MVT), kterou chápeme jako podnět a způsob, kterým jsou ve výuce žáci motivováni, a to při použití libovolné vyučovací metody. Základní vlastností MVT je její incentivní působení na některou z potřeb žáků, které jsou ve výuce aktualizovány.

K této definici jsme dospěli teoretickou syntézou dříve získaných poznatků o motivaci žáka, doplněnou fakty získanými několikaletým pozorováním, jako metodou výzkumu dané skutečnosti. Při klasifikaci těchto technik byla použita komparace motivačních technik s příslušnými potřebami a multi-inteligenčními faktory. Při vyhledávání a stanovování jednotlivých MVT je užitá teoreticko-empirická metoda modelování. Pro ověření efektivity účinnosti MVT byl aplikován didaktický experiment a též metody výzkumu dané skutečnosti jako: analýza žakovských písemných materiálů, dotazník, testování a případové studie.

Právě tyto MVT a jejich funkce při rozvoji přírodovědného nadání se staly předmětem našeho základního a aplikovaného výzkumu, jehož výsledky dále prezentujeme.

5.2 Klasifikace motivačních výukových technik

Pro vyhledání a stanovení jednotlivých MVT je vhodné provést jejich klasifikaci. Základním třídícím kritériem MVT je druh aktualizované potřeby. Jak bylo výše uvedeno, rozeznáváme tři skupiny specifických potřeb žáků ve výuce, jimž odpovídají i tři hlavní skupiny MVT:

- (1) výkonové,
- (2) sociální,
- (3) poznávací.

První dvě skupiny MVT mohou vyvolávat zápornou i kladnou motivaci žáků. Poznávací MVT používají incentivy pro vyvolání pouze kladné motivace. Tato vlastnost poznávacích MVT je rozhodující pro naši volbu těchto MVT jako významného zdroje motivace žáků. V souladu s těmito úvahami o zvláštním postavení poznávacích potřeb, které jsou zdrojem jen kladné motivace, se budeme dále věnovat pouze poznávacím MVT.

5.3 Klasifikace poznávacích motivačních výukových technik ve fyzice

Poznávací MVT můžeme dále třídit. Jako vhodné kritérium jsme zvolili původ incentivy ve formě poznatku, pojmu, jevu, objektu aj., který motivaci vyvolává. Poznávací MVT podle tohoto kritéria dělíme na dvě základní skupiny:

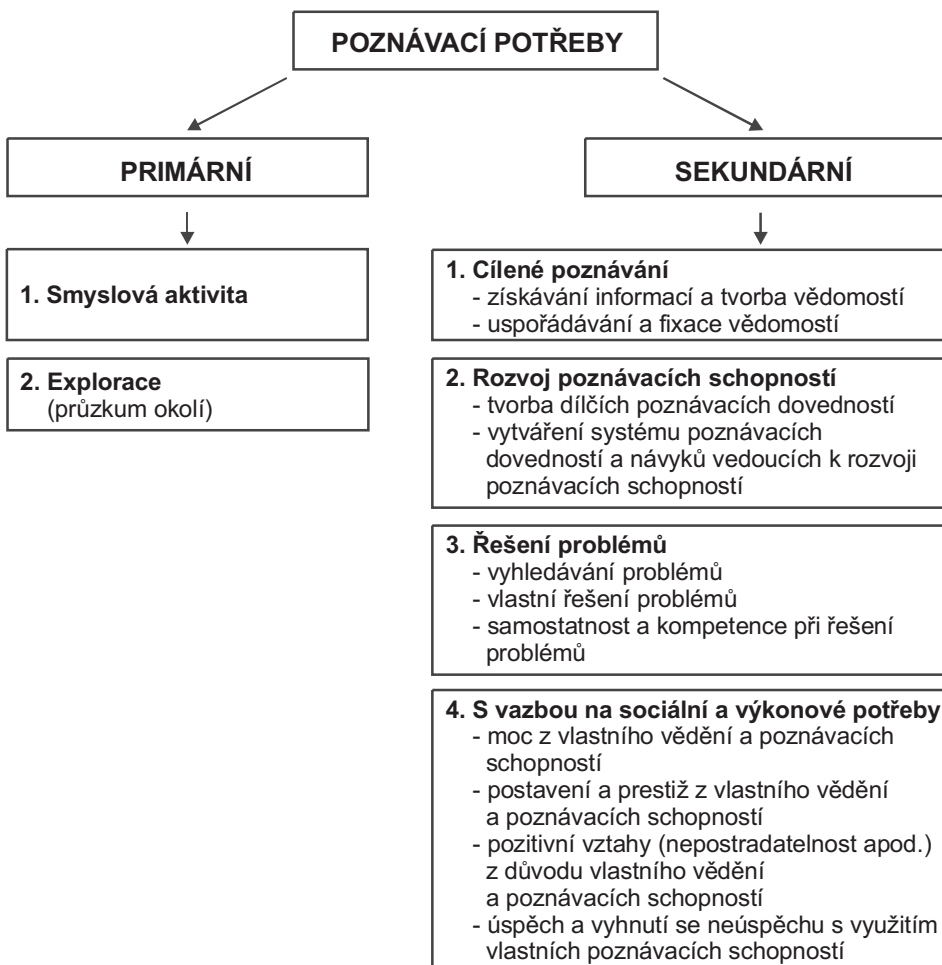
1. **předmětové poznávací MVT:** Tyto techniky využívají k motivaci předmětové (oborové), tedy v našem případě fyzikální incentivy (podněty), tedy fyzikální objekty a jevy apod.
2. **mezipředmětové poznávací MVT:** Tyto techniky využívají k motivaci mezipředmětové vazby fyzikálních poznatků s jinými vyučovacími předměty (vědními obory), případně i mimoškolními aktivitami žáka.

Uvedeným dvěma skupinám poznávacích MVT se nyní budeme podrobně věnovat.

5.4 Předmětové poznávací motivační výukové techniky ve fyzice

Při vyhledávání jednotlivých předmětových poznávacích MVT ve fyzice využijeme komparativní metodu, kterou porovnáme poznávací potřeby žáků s konkrétními podněty a způsoby motivace, jež pak budou základem předmětových poznávacích MVT.

Poznávací potřeby žáků, které mohou být aktualizovány ve výuce fyziky, jsme klasifikovali podle činnosti, kterou tyto potřeby vyvolávají a zároveň jsou jí uspokojovány. Námí sestavená struktura těchto potřeb vypadá takto (obr. 5.1):



Obr. 5.1. Schéma poznávacích potřeb

Naše klasifikace poznávacích potřeb není vyčerpávající a detailní, pro náš účel vyhledávání předmětových poznávacích MVT je však dostačující. Námí následně vytvořená klasifikace poznávacích MVT je také otevřený systém, který může být v budoucnu doplňován.

Zajímavou skupinou poznávacích potřeb je soubor sekundárních poznávacích potřeb s vazbou na potřeby sociální a výkonové. Tato skupina je významná tím, že se stává pojítkem mezi hlavní skupinami potřeb a učitel fyziky ji může využít při formování motivační sféry žáků, což ve výuce fyziky je při vytváření zájmu žáků jeden z mála existujících prostředků. Tak se například původně čistě sociální potřeby moci a nepostradatelnosti v obecné rovině mohou transformovat v moc a nepostradatelnost z důvodu vlastního vědění, poznávacích schopností a kvalit ve fyzice.

Výsledkem srovnání poznávacích potřeb žáků s podněty a způsoby motivace, užívaných ve výuce fyziky, je skupina předmětových poznávacích MVT:

- 1. Nezáměrné vnímání a experimentování**
- 2. Modelování objektů a jevů**
- 3. Systematizace vědomostí a dovedností**
- 4. Podobnost a analogie objektů a jevů**
- 5. Problémové úlohy a projekty**
- 6. Jednoduché experimenty**
- 7. Naučné filmy a videopořady**
- 8. Paradoxy, kouzla a triky**
- 9. Humor**
- 10. Didaktické hry a soutěže**

Charakteristikou každé z uvedených předmětových poznávacích MVT je určité specifické incentivní působení na jednu či více poznávacích potřeb. Tyto potřeby, společně s popisem dané předmětové poznávací MVT, s příkladem aplikace poznávací MVT ve výuce, případně s ověřením efektivity motivačního účinku, budou dále podrobně popsány.

Uvedený soubor předmětových poznávacích MVT není vyčerpávajícím a uzavřeným systémem. Neuvádíme např. exkurze, které žáky motivují, avšak z organizačních i finančních důvodů ztrácejí postupně ve výuce svůj význam a jsou nahrazovány audiovizuálními záznamy. Z našich výzkumů vyplývá, že některé motivační techniky mění vývojově svoji účinnost, jiné se nově utvářejí a získávají na významu. Velkou perspektivu má např. užití ICT ve výuce (např. holografie atd.).

5.5 Mezipředmětové poznávací motivační výukové techniky ve fyzice

Ve výuce fyziky s nízkým počtem vnitřně motivovaných zájemců o předmět nastává situace, kdy je výhodné využít pro posílení motivace mezipředmětové (mezioborové) vztahy. Jde o to, aby se nám podařilo zaujmout ve výuce fyziky i ty žáky, jejichž zájem je orientován na jiný předmět nebo i mimoškolní aktivitu, která z jiného vyučovacího předmětu vznikla (např. historie, tělesná výchova a sport).

Motivační technikou, která tuto motivaci zajišťuje, je mezipředmětová poznávací MVT. U mezipředmětových poznávacích MVT vycházíme z Guilfordovy faktorové teorie inteligence (Guilford, 1967), kdy předpokládáme, že každý žák má vyšší citlivost na některou motivační oblast. Tuto motivaci využívají právě mezipředmětové poznávací MVT. Stejně jako u předmětové poznávací MVT i zde dochází k vyvolání vnitřní poznávací motivace, nikoliv ale čistě fyzikální incentivou, ale fyzikálním faktem propojeným s nefyzikální problematikou. Tak vzniká možnost, že se vytvoří alespoň částečný zájem i o fyziku.

Dosavadní studium mezipředmětových vztahů fyziky a ostatních vyučovacích předmětů se zaměřovalo hlavně na obsahové vazby s přírodovědnými vyučovacími předměty a s matematikou. Zvýšení motivace žáků ve fyzice však vyžaduje rozšíření mezipředmětových vztahů i na další vyučovací předměty. Oprávněnost této cesty je podložena existencí mezi-vědních vztahů fyziky a historie (existence historie fyziky jako vědy), fyziky a tělesné výchovy (biomechanika), fyziky a hudební výchovy (akustika), fyziky a zeměpisu (meteorologie) atd.

Souhlasíme s J. Janásem (1985, s. 20), že se mezipředmětové vztahy nedají zúžit jen na obsahové vazby, ale že je významná i oblast vazeb metodických, týkajících se metod a forem výuky. Do této oblasti mezipředmětových vztahů zasahují i mezipředmětové poznávací MVT ve fyzice. Schopnost učitele fyziky aplikovat tyto poznávací MVT je však podmíněna jeho širokým mezi-vědním rozhledem, doplňovaným celoživotním vzděláváním. Měl by mít k dispozici i řadu vhodných materiálů a informací, které by mu byly odborníky připraveny. Takové kvality učitele fyziky jsou i předpokladem v budoucnu očekávané integrace učiva (Janás, 1985; Průcha, 1983).

Klasifikace mezipředmětových poznávacích MVT je dána spektrem vyučovacích předmětů a mimoškolních žákovských aktivit na tyto předměty navazujících. Srovnáním vyučovacích předmětů a aktivit s fyzikálními poznatky, které mohou vyvolat mezipředmětové vztahy a mezipředmětovou poznávací motivaci, jsme objevili tyto nejvýznamnější mezipředmětové poznávací MVT:

- 1. Aplikace fyzikálních poznatků v technice a jiných vědách**
- 2. Fyzika a život člověka**
- 3. Historie fyzikálních objevů a osudy významných fyziků**
- 4. Informační a komunikační technologie**
- 5. Vědeckofantastická literatura a film**
- 6. Fyzika a umění**
- 7. Citáty významných fyziků**
- 8. Filozofické aspekty fyziky**

Pro každou mezipředmětovou poznávací MVT je charakteristická určitá mezipředmětová vazba. Dále budou uvedeny jednotlivé mezipředmětové poznávací MVT svým popisem a příklady užití těchto poznávacích MVT ve výuce s případným ověřením efektivity motivační účinnosti.

Prezentovaný soubor mezipředmětových poznávacích MVT opět není vyčerpávající a uzavřený systém. Je zřejmé, že některé mezipředmětové poznávací MVT se budou omezovat, jiné narůstat či dokonce nově objevovat.

6 NEZÁMĚRNÉ VNÍMÁNÍ A EXPERIMENTOVÁNÍ

Vrozenými primárními poznávacími potřebami jedince jsou potřeby smyslové aktivity a explorace. Tyto potřeby jsou vlastní všem žákům, tvoří předstupeň sekundárních poznávacích potřeb a podléhají častému pravidelnému homeostatickému motivačnímu principu. Právě v tom je skryta efektivita nezáměrného fyzikálního vnímání a experimentování jako poznávací MVT ve fyzice, která působí plošně na všechny žáky i na nadané. Přes tuto univerzálnost motivačního účinku nejsou uvedené motivační postupy ve výuce fyziky dostatečně využívány.

Zjednodušeně jde o vnímání objektů a jevů, při kterém si žák neuvědomuje, že si osvojuje vědomosti a dovednosti. V konkrétní podobě můžeme tuto poznávací MVT aplikovat v různých formách, nejčastěji jako fyzikální objekty vystavené vnímání žáků ve výuce a zejména mimo vlastní výuku:

- Dvourozměrné objekty či jejich modely (obrazy, fotografie objektů a zařízení, tabulky s přehledy fyzikálních veličin, jednotek a zákonů, přehledy nositelů Nobelovy ceny za fyziku, fotografie či podobizny fyziků apod.).
- Objekty třírozměrné (kyvadla, tělesa na pružině, rázostroje, magnety, zrcadla, čočky, hranoly aj.), s nimiž mohou žáci manipulovat.
- Měřicí přístroje (váhy, délková měřidla, manometry, teploměry, vlhkoměry atd.), na nichž mohou žáci měřit své tělesné parametry a meteorologické veličiny.
- Technická zařízení (dalekohledy, motory, jednoduché stroje aj.) ve formě řezů a dynamických modelů.

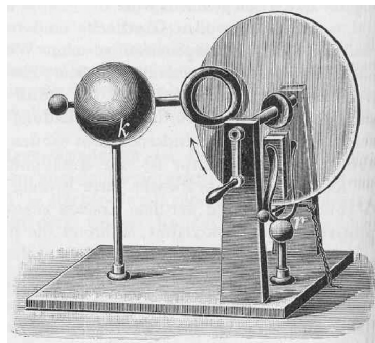
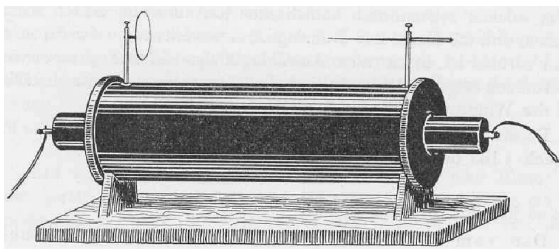
Umístění těchto objektů nezáměrného fyzikálního vnímání a experimentování by mělo být takové, aby je žáci mohli smysly vnímat, manipulovat s nimi, hrát si s nimi o přestávkách či před a po výuce, tedy v učebně fyziky (obr. 6.1), na chodbě nebo nejlépe ve speciální místnosti („fyzikální posilovně a herně“). V zahraničí i u nás jsou obdobná zařízení budována jako návštěvní místa, kam chodí děti i s rodiči provádět pokusy – experimentária, technická muzea.



Obr. 6.1. Model krychlového metru v učebně

Výstavka historických fyzikálních pomůcek:

Ve školním kabinetu se často nacházejí historické pomůcky, často již nepoužívané, avšak většinou umně řemeslně zpracované (viz obr. 6.2 a 6.3). Je motivačně účinné sestavit výstavku těchto pomůcek, historicky či tematicky zaměřenou, např. s názvy Edisonovy vynálezy, Váhy a vážení, Měření času, Energetika, Jednoduché stroje, Motory, Optické přístroje apod.



Obr. 6.2. Induktor (Dorrie, 1942, s. 638) Obr. 6.3. Třecí elektrika (Dorrie, 1942, s. 522)

Obrazy významných fyziků:

V odborných fyzikálních učebnách i mimo ně je tradiční a vhodné umístit obrazy a fotografie významných fyziků. K této prezentaci je řada důvodů, jedním z nich je zlidštění fyzikálního bádání a badatelů pomocí vhodných obrazových materiálů (obr. 6.4).

Albert Einstein (1879–1955)



Obr. 6.4. Albert Einstein

7 MODELOVÁNÍ OBJEKTŮ A JEVŮ

Psychologická podstata motivačního účinku modelů fyzikálních objektů a jevů spočívá ve vyvolávání sekundárních poznávacích potřeb cíleného poznávání a rozvoje poznávacích schopností. Model fyzikálního objektu či jevu je totiž zjednodušeným zobrazením zkoumaného objektu či jevu, v němž jsou vystiženy podstatné a zanedbány nepodstatné prvky a vazby mezi nimi. To žákům umožňuje jednoduše postřehnout základní strukturu zkoumaného fyzikálního objektu či jevu, a tak předkládaným informacím porozumět natolik, aby se přeměnily v jejich vědomosti. Tak může dojít k uspokojení vyvolaných poznávacích potřeb žáků.

Znalost a pochopení modelu fyzikálního objektu či jevu jsou jen prvním stupněm v celkovém porozumění zkoumaného objektu nebo jevu. Žáci by měli umět uvést do vztahu model s fyzikální realitou a proniknout do podstaty modelovaného fyzikálního objektu či jevu natolik, aby na základě znalosti modelu byli schopni jej užívat v různých situacích a předpovídat průběh jevů (Vachek, & Lepil, 1980, s. 36).

Modelování je významnou metodou ve fyzice-vědě a technice. Jsou využívány mechanické modely zařízení a staveb. V současnosti mají zásadní význam počítačové modely (numerické modelování), kde můžeme změnou parametrů simulovat přírodní a technické jevy. Ve výuce fyziky byla a je využívána řada systémů počítačového modelování (Famulus, MODellus, Stella aj.). Užití ICT v modelování má velkou perspektivu.

Ve výuce fyziky mají rozhodující význam explanační (vysvětlující) modely fyzikálních objektů a jevů. Aby došlo k žádoucí motivaci žáků, včetně uspokojení jeho poznávacích potřeb, měly by explanační modely kromě vědecké správnosti splňovat zejména následující podmínky:

- přizpůsobení stupni psychického vývoje žáka, speciálně úrovni jeho schopností abstrakce a představitivosti,
- názornost pro žáka přístupných představ reálných i abstraktních zobrazení fyzikálních objektů a jevů,
- struktura jako prostředek aktivního a dlouhodobého zapamatování,
- zřetelnost způsobu tvorby modelu a celé metody modelování ve fyzice, vedoucí k žákovi osvojení této metody jako součásti jeho fyzikálního myšlení.

Při této MVT je vhodné dodržovat též další zásady, např. volit horizontální a vertikální modelování, dbát na jednotu ikonického a symbolického modelu (Trna, 1978, s. 44–46).

Explanační modely fyzikálních objektů a jevů ve výuce fyziky můžeme členit podle (Kuneš, Vavroch, & Franta, 1989; Štach, 1982; Vachek, & Lepil, 1980) na materiální, ideální (verbálně grafické, matematické), simulační aj. Nejčastěji se však setkáváme s jejich kombinací, což komplikuje stanovení univerzálního postupu tvorby explanačního modelu fyzikálního objektu či jevu; přesto jsme se o to pokusili a předkládáme následující čtyři fáze:

1. Vymezení zkoumaného reálného fyzikálního systému (objektu či jevu). Tento krok je ovlivněn cíli vzdělávání, učitel však má přesto nemalou volnost při volbě fyzikálního

objektu či jevu. V této fázi můžeme základní incentivní působení posílit výběrem fyzikálního objektu či jevu známého žákům z jiných vyučovacích předmětů, z technických aplikací, ze života. Učitelé se mohou inspirovat a získávat informace o fyzikální podstatě vhodných fyzikálních objektů a jevů v odborných fyzikálních a fyzikálně didaktických časopisech.

2. Vyčlenění prvků, vlastností a vazeb explanačního modelu. V závislosti na věku žáků je rozhodující míra abstrakce, která se projeví výběrem zkoumaných parametrů a jevů. Jde tedy o míru zjednodušení, kdy vybereme hlavní rozhodující jevy a proměnné, přičemž méně významné potlačíme či zanedbáme. Výhodou konstrukce optimálního explanačního modelu fyzikálního objektu či jevu je skutečnost, že zákonitosti, kterými se fyzikální systém, a tedy i jeho explanační model, řídí, jsou již známé. Přesto i tato fáze je významná, jelikož se musíme rozhodnout, které fyzikální zákony a v jaké šíři do explanačního modelu zasadíme, jaké teorie a matematický aparát uijeme. Opět vycházíme zejména ze vzdělávacích cílů a schopností žáků.
3. Vlastní tvorba explanačního modelu. Lze využít materiální i ideální modely nebo jejich kombinace. K vyvození fyzikálních zákonů daného fyzikálního jevu slouží verbálně grafické a simulační modely s proměnnými parametry – hodnotami fyzikálních veličin. Proces tvorby explanačního modelu bývá obvykle dotvořen modelem matematickým. Doplňkovou motivací žáka může být skutečné či myšlenkové experimentování žáků, uspokojující jejich potřeby svalové a smyslové aktivity.
4. Ověření funkčnosti explanačního modelu, jeho fixace a aplikace. Tato fáze modelovacího procesu je nezbytná nejen pro ověření shody vytvořeného modelu s původním reálným systémem, ale i pro fixaci poznatků o objektu či jevu ve vědomí žáka. Důležité je stavět žáky do situací, kdy musejí aktivně aplikovat osvojený model fyzikálního objektu či jevu. Pak se stírá rozdíl mezi explanačním modelem užitým ve výuce fyziky a různými modely fyzikálního systému používanými při fyzikálním bádání. Teprve tak získává poznávací MVT modelování fyzikálních objektů a jevů plný motivační účinek, tj. uspokojení poznávacích potřeb žáků. Nelze opomenout i vliv dalších doplňkových motivů, a to sociálních a výkonových.

Učitel fyziky by měl mít vytvořen ve svém vědomí vlastní explanační model daného fyzikálního objektu či jevu, a to na odpovídající vyšší úrovni (rozsahem a hloubkou vědomostí, úrovní abstrakce, užitým matematickým aparátem apod.), což mu umožňuje tvořit zjednodušené explanační modely pro žáky. Těchto explanačních modelů pro žáky existuje více, učitel pak volí dle situace a schopností žáků ten nejvhodnější. Učitel se však nevyhne operativnímu improvizování a úpravě explanačního modelu fyzikálního objektu či jevu na základě zpětnovazební regulace v průběhu vlastní výuky.

U nadaných žáků je výrazně zvýšena jejich schopnost tvorby originálních explanačních modelů, často učitelem při komunikaci s nadaným žákem operativně nepochopených. Tyto žakovské modely mohou být správné i nesprávné, nelze však nadaného žáka limitovat schopnostmi a vědomostmi učitele, či tvorbu těchto originálních modelů omezovat a tlumit. To by vedlo k výraznému narušení vzájemné komunikace a spolupráce.

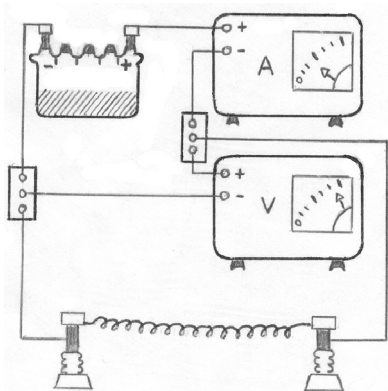
Explanační model elektrického odporu (jev) kovového vodiče (objekt) ve středoškolské fyzice:

- (1) Zvoleným fyzikálním objektem je kovový vodič (rezistor) ve tvaru drátu, tyče či, šňůry. Zkoumaným fyzikálním jevem je elektrický odpor, jako vlastnost tohoto kovového vodiče bránit průchodu elektrického proudu. Této vlastnosti odpovídá fyzikální veličina elektrický odpor R , který je definován jako skalár charakterizující elektrický odpor izotropního vodivého tělesa. Pro část vodivého tělesa mezi dvěma jeho ekvipotenciálními průřezy lze odpor R vyjádřit vztahem:

$$R = \frac{U}{I},$$

kde U je konstantní stejnosměrné napětí mezi uvažovanými průřezy, I proud procházející tělesem mezi nimi. Informace o rezistoru a jeho odporu R , společně se znalostmi o kondenzátoru s kapacitou C a o cívice s indukčností L , jsou součástí báзовých vědomostí středoškolské fyziky. Rezistor žáci znají z denní zkušenosti i z technických aplikací.

- (2) Vzhledem k věku žáků zvolíme pro vysvětlování v modelu elektronově korpuskulární teorii a jednoduchý matematický aparát bez infinitezimálního počtu. Proto jako pojmové prvky explanačního modelu budou vystupovat fyzikální pojmy: kovový krystal, krystalová mřížka, porucha krystalové mřížky, vakance, příměs, kation, elektron, vnější elektrické pole, uspořádaný pohyb elektronů, srážky elektronů s kationy mřížky apod. Potřebné fyzikální veličiny jsou: elektrický proud I , elektrické napětí U , odpor vodiče R , průřez vodiče S , délka vodiče d , rezistivita ρ . Uvedené fyzikální vztahy jsou: Ohmův zákon a závislost odporu vodiče na jeho geometrii.
- (3) Vlastní tvorba explanačního modelu elektrického odporu kovového vodiče bude realizována vhodnou kombinací a časovou posloupností různých typů modelů (obr. 7.1, 7.2, 7.3).



Demonstrační nebo žákovský experiment s pomůckami: zdroj stejnosměrného napětí, voltmetr, ampérmetr, izolované svorky, spojovací vodiče, délkové měřítko, mikrometr, kádinka s olejem, teploměr, sady zkoumaných kovových vodičů (drátů) různých průřezů, délek a materiálů.

Obr. 7.1. Materiální model – soubor pomůcek

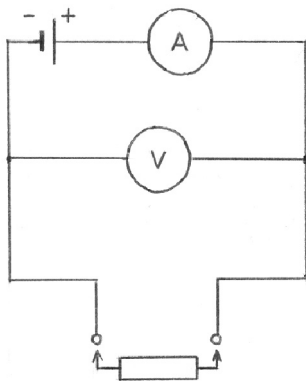
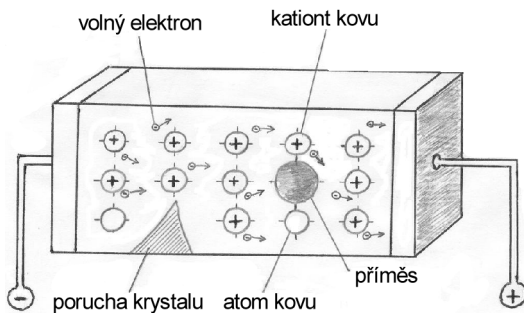


Schéma elektrického obvodu materiálního modelu: zdroj stejnosměrného napětí, voltmetr, ampérmetr, odpor, vodiče (schematické značky).

Obr. 7.2. Ideální model – elektrotechnické schéma



Obr. 7.3. Ideální model – model mřížky kovového vodiče

V souladu se zásadami vyvozování fyzikálních zákonů ve výuce (Kašpar a kol., 1978, s. 140–175) může být zvolena induktivní cesta odvozování nebo deduktivní postup ověřování uváděných zákonitostí elektrického odporu kovového vodiče. Z motivačního hlediska výhodnější odvozování zákona (je totiž vyvoláváno více poznávacích potřeb) by vedlo k využití materiálního modelu v simulační podobě s experimentálním odvozením závislosti veličin. Zobecnění platnosti zákonů lze realizovat užitím ideálního modelu, opět v simulační podobě. Závěrem zobecnění zákona by mělo být vytvoření matematického modelu:

$$R = \frac{\rho d}{S}$$

(4) Užití a fixace explanačního modelu elektrického odporu kovového vodiče mohou být realizovány provedením laboratorní úlohy, zejména však řešením problémových úloh, které mají doplňkový motivační účinek (aktualizace potřeby řešení problémů). Uvádíme náměty úloh, částečně převzatých a modifikovaných podle (Kašpar, Janovič, & Březina, 1982, s. 269-270).

1. Jak se změní odpor vodiče ve tvaru drátu stejného průřezu, jestliže jej zdvojíme přelovením na polovinu délky?

Řešení: Odpor poklesne na čtvrtinu původní hodnoty, protože se délka zmenšila na polovinu a průřez se zdvojnásobil.

2. Jaký bude výsledný odpor drátu, který při stejné hmotnosti vytažením prodloužíme na trojnásobnou délku s třetinovým průřezem?

Řešení: Odpor vzroste devětkrát, protože se jeho délka zvětšila třikrát a průřez snížil na třetinu.

3. Jak je možno ze vztahu $R = \frac{\rho d}{S}$ usoudit, že výsledný odpor několika rezistorů zapojených do série je roven součtu odporů všech zapojených rezistorů?

Řešení: Jednotlivé rezistory můžeme nahradit dráty stejného průřezu a rezistivity, o různých délkách. Sériové zapojení pak vytvoří výsledný rezistor, jehož délka je rovna součtu dílčích délek – tedy i jednotlivých rezistorů.

4. Vláknem žárovky se vyrábí např. z wolframu, který je dobrý vodič elektrického proudu. Jak dosáhneme toho, aby vlákno mělo při poměrně malé délce velký odpor?

Řešení: Vytáhneme velmi tenké vlákno, případně je svineme do spirály, vlákno se navíc zahřeje na vysokou teplotu – wolfram má vysokou teplotu tání.

K ověření efektivity motivačního účinku popsaného explanačního modelu elektrického odporu kovového vodiče jako poznávací MVT byl proveden didaktický experiment: Ve druhém ročníku gymnázia (věk 16 let) byl užit uvedený explanační model ve výuce. Ve srovnávací paralelní třídě bylo shodné téma odučeno ve shodě s učebnicí, kde jsou informace jen formálně předloženy, navíc s odkazem na probírání tématu na základní škole. Byly dodrženy maximálně shodné další proměnné tohoto experimentu (stejný učitel, shodná doba probírání tématu, srovnatelné schopnosti žáků aj.). Jako prevence před Hawthornským efektem bylo utajení didaktického experimentu žákům, kteří o tomto didaktickém experimentu nevěděli a nemohli tak psychicky pozitivisticky vzhledem k tomuto experimentu ovlivnit svůj výkon. Procvičení učiva bylo v obou třídách také shodné. Poté byla žákům v obou třídách zadána shodná testová písemná zkouška diagnostikující vědomosti a dovednosti o elektrickém odporu kovového vodiče. Porovnání výsledků zkoušky přineslo tyto závěry: Pochopení a dovednost užití zákonů při řešení úloh se výrazně liší, a to ve prospěch motivované třídy. Jelikož obě třídy byly prospěchově srovnatelné, je pravděpodobné, že uvedené závěry nejsou náhodné a dokládají prospěšnost užití této poznávací MVT ve výuce fyziky.

8 SYSTEMATIZACE VĚDOMOSTÍ A DOVEDNOSTÍ

Uspořádávání vědomostí a tvorba systému dovedností tvoří významnou část sekundárních poznávacích potřeb žáků, zejména nadaných. To je důvod, proč považujeme systematizaci fyzikálních vědomostí za důležitou poznávací MVT. Na význam struktur ve výuce fyziky upozorňoval již psycholog J. S. Bruner: „Učit tak, aby se žáci naučili obecnému chápání struktury učiva“ (Bruner, 1965, s. 35). Psychologickou podstatou této poznávací MVT je tedy přímá aktualizace potřeb, jejichž fyziologickým základem je vytváření asociačních spojů mozku. Uspořádávání informací ve vědomí je i základem efektivního učení a navíc odpovídá systémovému přístupu zkoumání fyzikálních objektů a jevů.

V souladu s J. Piagetem (Piaget, 1966; Piaget, & Inhelderová, 1970) se potřeby systematizace fyzikálních vědomostí a dovedností u žáků začínají rozvíjet v ontogenetickém období tzv. formálních operací, kdy je žák schopen dedukovat, provádět formální operace s abstraktními pojmy a vytvářet hypotézy. V tomto vývojovém období žák začíná být schopen tvořit axiomatický systém pojmů, což je předpoklad pro systematizaci vědomostí. Proto se tato poznávací MVT výrazněji uplatňuje až na střední škole. Tyto skutečnosti zdůvodňují možná výjimečná porušení systematičnosti fyzikálních vzdělávacích obsahů na základní škole (např. výběr exemplárního učiva), naopak dokládají nutnost dodržení tvorby systému fyzikálních vědomostí ve výuce fyziky na střední škole. Systematizaci fyzikálních vědomostí a dovedností můžeme zjednodušeně chápat jako systematizaci fyzikálních pojmů, zejména fyzikálních veličin, jednotek, teorií a měřicích metod. Středoškolská fyzika buduje odpovídající systém fyzikálních jednotek, v oblasti fyzikálních veličin a zákonů však dostatečně motivační účinky systematizace plně často nevyužívá.

Nadaný žák si často sám vytváří a doplňuje vlastní systém vědomostí a dovedností. Učitel by měl reagovat na žákovy výzvy ke kompletování jeho systému vědomostí a dovedností a nabízet mu doplňkové studijní materiály. Vhodné jsou např. studijní materiály k soutěžím, jako je FO (Fyzikální olympiáda).

Klasifikace pohybů hmotného bodu:

Jako vhodně motivující příklad užití poznávací MVT systematizace fyzikálních vědomostí uvádíme systém pohybů hmotného bodu. Při systematizaci pohybů jsou používány: tvar trajektorie, rychlost hmotného bodu (velikost a směr), zrychlení hmotného bodu (velikost a směr) a jejich kombinace. Pojem zrychlení není vhodný pro rozlišení případu tělesa v klidu a rovnoměrném pohybu. Výhodná je rychlost ve vektorové podobě (velikost a směr). Z didaktického hlediska však užití rychlosti není optimální (abstrakce u směru rychlosti). Jako optimální se nám jeví (tab. 8.1) kombinace tvaru trajektorie a velikosti rychlosti (časová závislost):

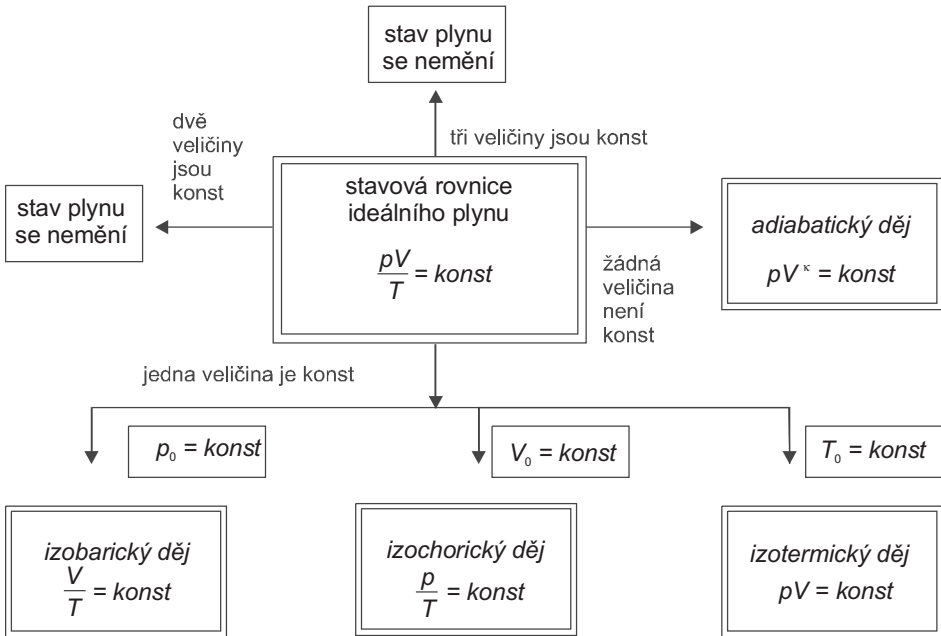
Tab. 8.1. Klasifikace pohybů

KLASIFIKACE – POHYBY				
<i>VELIKOST RYCHLOSTI</i>		<i>konstantní (nenulová)</i>	<i>proměnná (s časem)</i>	
<i>TVAR TRAJEKTORIE</i>			<i>rovnoměrně (lineárně)</i>	<i>nerovnoměrně (nelineárně)</i>
<i>přímka</i>		<i>rovnoměrný přímočarý pohyb</i>	<i>rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb (volný pád aj.)</i>	<i>nerovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb (lineární kmity aj.)</i>
<i>křivka</i>	<i>kružnice</i>	<i>rovnoměrný pohyb po kružnici</i>	<i>rovnoměrně zrychlený pohyb po kružnici</i>	<i>nerovnoměrně zrychlený pohyb po kružnici</i>
	<i>elipsa, parabola aj.</i>	<i>rovnoměrný obecně křivočarý pohyb</i>	<i>rovnoměrně zrychlený pohyb po obecné křivce</i>	<i>nerovnoměrně zrychlený pohyb po obecné křivce (vrhy, pohyby planet aj.)</i>

Pouhé předávání systémů fyzikálních informací žákům má nižší motivační účinek, než když se žáci sami aktivně podílí na tvorbě struktury. Jen tak se může vytvořit a rozvíjet dovednost žáků systematizovat své vědomosti. Takto uspořádané vědomosti již uspokojují aktualizované potřeby, avšak pro zvýšení motivace je vhodné, aby žáci byli schopni vytvořenou strukturu vědomostí ve svém vědomí aktivizovat a dovést ji aplikovat při řešení fyzikálních problémů. Tím aktivizuje další skupinu potřeb řešení problémů a výsledná motivace bude posílena. Jako ukázkou tvorby systému vědomostí uvádíme systém zákonů dějů v ideálním plynu:

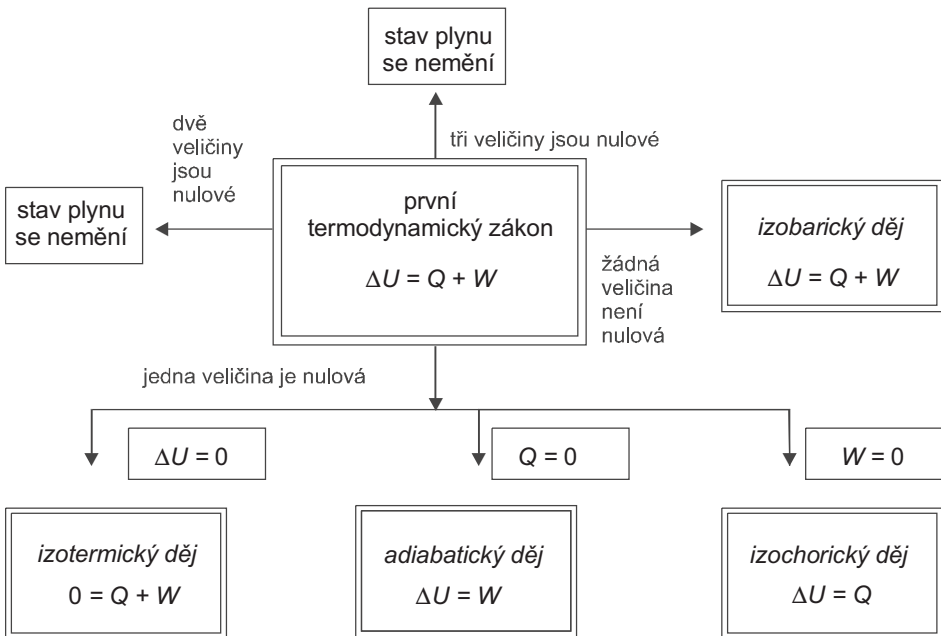
Děje v plynech:

(1) Vycházíme ze stavové rovnice ideálního plynu, kde p je tlak, V objem a T termodynamická teplota ideálního plynu. Hledáme všechny možné děje, které se v plynu mohou uskutečnit změnou jednotlivých veličin, přičemž jiné jsou konstantní (označeny indexem nula). Postupně tak získáme čtyři děje, společně s odvozením jejich rovnic (obr. 8.1). Jedině v případě adiabatického děje musíme získat jeho rovnici jiným způsobem:



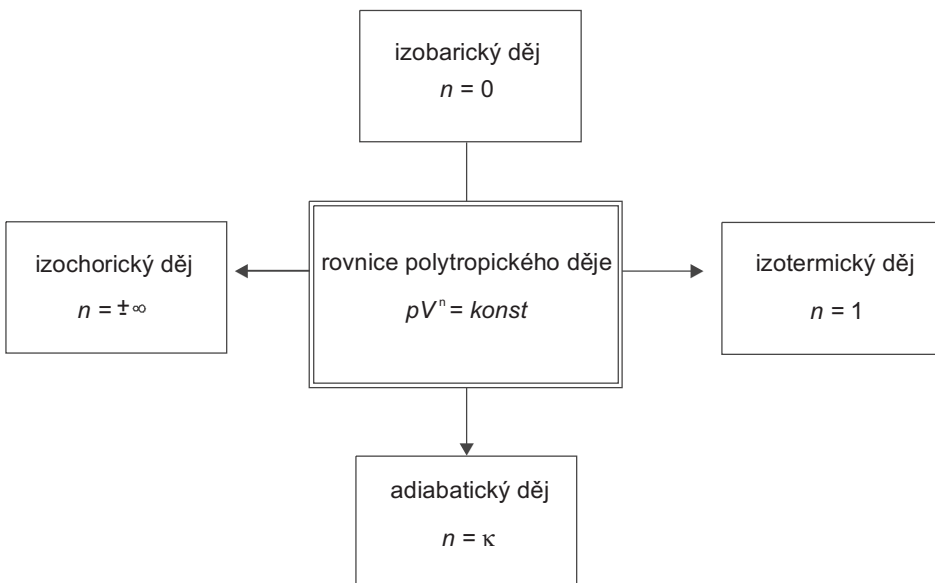
Obr. 8.1. Stavová rovnice

(2) Hledáme děje v ideálním plynu, nyní pomocí analýzy veličin vystupujících v prvním termodynamickém zákonu, kde ΔU je změna vnitřní energie plynu, Q je teplo přijaté od okolních těles a W je práce vykonaná okolními tělesy na plyn. Obdobně jako u stavové rovnice postupně určujeme děje kombinací hodnot veličin, tentokrát nulových a nenulových (obr. 8.2). Opět získáváme čtyři děje, včetně tvaru prvního termodynamického zákona při těchto dějích:



Obr. 8.2. První termodynamický zákon





(3) Systematizace fyzikálních znalostí se neobejde bez matematického aparátu a zákonů logiky. Motivační účinek můžeme posílit i využitím mezipředmětové vazby právě s matematikou. Znalosti funkcí z matematiky lze uplatnit při analýze jednotlivých dějů v ideálním plynu jako speciálních případů děje polytropického. Ve shodě s (Detlaf, Javorskij, 1989; Horák, & Krupka, 1976; aj.) můžeme sestavit parametrickou soustavu funkcí, příslušnou polytropě a určit z ní pomocí příslušných hodnot – polytropického koeficientu jednotlivé děje v ideálním plynu (obr. 8.3):



Obr. 8.3. Rovnice polytropického děje

Získané struktury fyzikálních vědomostí o dějích v plynech můžeme znázornit v komplexním strukturním schématu (tab. 8.2):

Tab. 8.2. Srovnání dějů

Název děje	Zákon děje	Polytropický koeficient	pV diagram děje	Tvar prvního termodynamického zákona u děje
izobarický	Gay-Lussacův $p = konst$ $\frac{V}{T} = konst$	$n = 0$		$\Delta U = Q + W$
izochorický	Charlesův $V = konst$ $\frac{p}{T} = konst$	$n = \pm\infty$		$\Delta U = Q$
izotermický	Boyleův-Mariottův $T = konst$ $pV = konst$	$n = 1$		$0 = Q + W$
adiabatický	Poissonův $Q = konst$ $pV^\kappa = konst$	$n = \kappa$		$\Delta U = W$

Podobná strukturní schémata a přehledy fyzikálních informací jsou součástí některých učebnic fyziky, struktury jsou ale často neúplné a žáci s nimi bez pomoci učitele a bez nácviku v strukturaci informací nedovedou plně efektivně pracovat.

Uvedená poznávací MVT byla plně využita na střední škole, kde se její účinnost projevila zejména v přípravě na maturitní zkoušku, přijímací zkoušky na vysoké školy a při přípravě na soutěže FO (Fyzikální olympiáda). Výzkumy efektivity motivační účinnosti systemizace fyzikálních vědomostí jsou známy ze zahraničí a přinášejí úspěchy. Jako přínosný se nám jeví případný výzkum souvislosti systemizace znalostí a tvorby zájmu o fyziku, úlohy systemizace při učení, vztahu systému fyzikálních informací ve vědě a při výuce.

9 PODOBNOST A ANALOGIE OBJEKTŮ A JEVŮ

Motivace žáků vyvolaná využitím podobnosti fyzikálních objektů a jevů jako poznávací MVT v sobě zahrnuje aktualizaci poznávacích potřeb žáků z obou předchozích poznávacích MVT, tedy modelování a systematizaci fyzikálních vědomostí. Je tomu tak proto, jelikož podobnost jako poznávací MVT operuje s modely fyzikálních systémů, zejména s matematickými, třídí je podle shodných a podobných znaků a vlastností, a tak vytváří strukturu modelů. Ve vědomí žáků jsou takto aktualizovány poznávací potřeby získávání nových informací (modelování), ale též vytváření systému vědomostí a poznávacích dovedností (systematizace).

Tato motivační technika je vhodná zejména pro nadaného žáka, který zde může plně uplatnit svoje mimořádné dispozice. Při provádění fixace modelů a struktur fyzikálních objektů a jevů vyvoláváme u žáků i poznávací potřeby řešení problémů. Tato poznávací MVT vykazuje i nemalý podíl kladného emočního zabarvení, kdy zejména nadaní žáci mohou v podobnosti popisu fyzikálních systémů postřehnout krásu fyzikálního obrazu světa.

Využití této poznávací MVT ve výuce fyziky má svůj základ též v existující a fyzikou zkoumané podobnosti fyzikálních systémů (Beiser, 1975; Hajko a kol., 1988; Krempaský, 1992; Orear, 1977). Pro rozlišení motivačních postupů bude užitečné odlišovat pojmy podobnost a analogie.

Analogie je podobnost mezi alespoň dvěma systémy, jejichž proměnné jsou různé povahy – jde o různé fyzikální objekty či jevy (Štach, 1982). Analogie je i jednou z metod vědeckého poznání, blízká metodě srovnávací. Pokusíme se stanovit podmínky, za kterých se jednotlivé formy analogie stanou motivačně účinnými.

9.1 Analogie jako druh podobnosti

Incentivou je pouhé formální srovnání většinou matematických modelů fyzikálních objektů či jevů z nesouvisejících oblastí fyziky (tab. 9.1):

Tab. 9.1. Energie

<i>kinetická energie hmotného bodu</i>	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$
<i>potenciální energie pružiny</i>	$E_p = \frac{1}{2}Ky^2$
<i>elektrická energie kondenzátoru</i>	$E_e = \frac{1}{2}CU^2$
<i>magnetická energie cívky</i>	$E_m = \frac{1}{2}LI^2$

Zde m vyjadřuje hmotnost a v rychlost hmotného bodu, K tuhost pružiny, y prodloužení pružiny, C kapacitu kondenzátoru, U napětí na deskách kondenzátoru, L indukčnost cívky, I proud protékající cívku. Zde použitá analogie vyvolává a uspokojuje jen potřebu získávání a fixace nových informací a šetří žákovu paměťovou kapacitu. Abychom vyvolali a uspokojili i potřebu uspořádávání vědomostí, museli bychom doplnit alespoň informaci o dvou rozdílných skupinách fyzikálních veličin, vystupujících ve vztazích pro energii: Skupina fyzikálních veličin m , K , C a L jsou konstanty daného systému a v , y , U a I jsou proměnné veličiny systému.

Existují však takové analogické fyzikální systémy, které jsou si blízké fyzikální podstatou i matematickým modelem. Pak výtka pouhé formálnosti podobnosti neobstojí:

Kmity mechanických soustav:

Takovou vlastnost mají vztahy pro výpočet doby kmitu mechanických soustav (tab. 9.2):

Tab. 9.2. Mechanické kmity

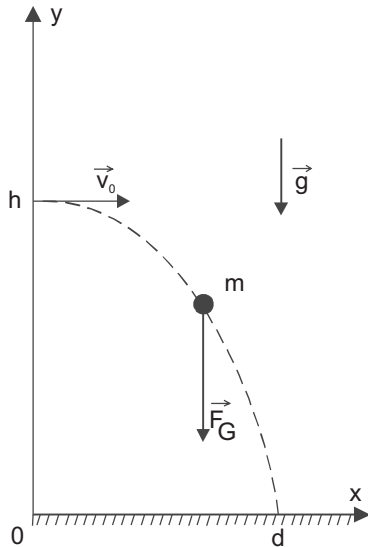
pružinové kyvadlo	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$	m – hmotnost tělesa K – tuhost pružiny
matematické kyvadlo	$T = 2\pi\sqrt{\frac{r}{g}}$	r – délka závěsu g – tíhové zrychlení
fyzické kyvadlo	$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mgd}}$	J – moment setrvačnosti m – hmotnost tělesa d – vzdálenost těžiště g – tíhové zrychlení
torzní kyvadlo	$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{c}}$	J – moment setrvačnosti c – koeficient vlákná

9.2 Analogie jako metoda vědeckého poznání

Incentivou, která vyvolá a uspokojí poznávací potřeby žáků, není srovnání výsledných matematických modelů fyzikálních systémů, ale sám proces srovnávání vlastností dvou či více analogických fyzikálních objektů či jevů. Motivace je pak výraznější, zasahuje více potřeb a vyvolává aktivitu žáků. Nejjednodušším případem je přenesení vědomostí a dovedností z jednoho fyzikálního modelu objektu či jevu na druhý, který projevuje prvky analogie (podobnosti) s prvním:

Pohyby v homogenním tíhovém poli a homogenním elektrickém poli:

Pohyb (vodorovný vrh) v homogenním tíhovém poli:



- m – hmotnost hmotného bodu
- h – výška místa počátku pohybu nad vodorovnou rovinou
- \vec{F}_G – tíhová síla (odpor prostředí zanedbáváme)
- T – doba pohybu hmotného bodu
- d – délka pohybu hmotného bodu
- \vec{v}_0 – počáteční rychlost pohybu hmotného bodu
- \vec{g} – tíhové zrychlení

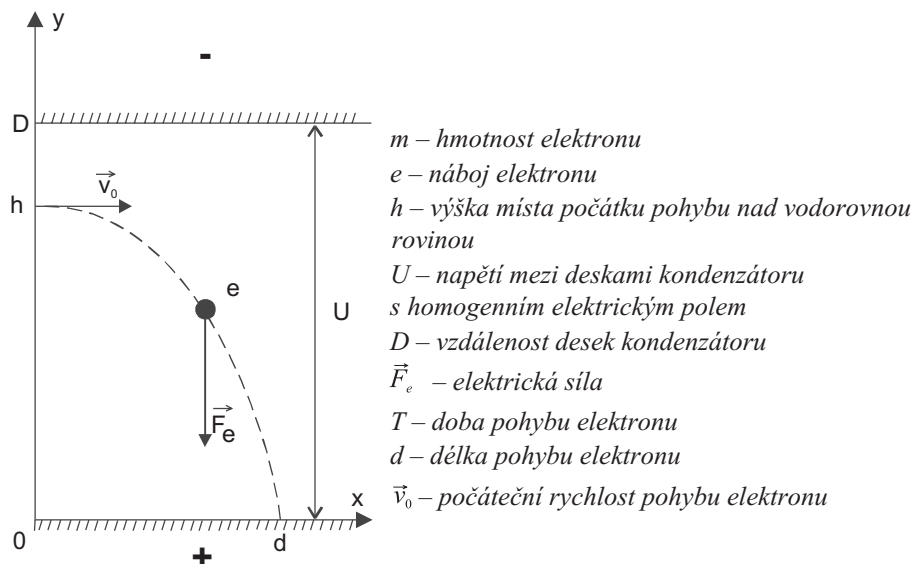
Obr. 9.1. Pohyb hmotného bodu v tíhovém poli

Tab. 9.3. Vztahy pro pohyb v tíhovém poli

Délka	$d = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$
Doba	$T = \sqrt{\frac{2h}{g}}$
Rovnice trajektorie	$y = \left[-\frac{g}{2v_0^2} \right] x^2 + h$

Uvedený model pohybu hmotného bodu v homogenním tíhovém poli (ve vakuu) má analogické prvky s modelem pohybu elektronu v homogenním elektrickém poli (ve vakuu se zanedbáním tíhové síly) kolmo na elektrické siločáry. Analogickými prvky jsou zejména geometrické parametry a uspořádání obou fyzikálních systémů, výsledná působící síla ve tvaru $\vec{F} (0; - konst)$ a počáteční rychlost ve tvaru $\vec{v}_0(konst; 0)$:

Pohyb elektronu v homogenním elektrickém poli:



Obr. 9.2. Pohyb elektronu v elektrickém poli

Tab. 9.4. Vztahy pro pohyb v elektrickém poli

Délka	$d = v_0 \sqrt{\frac{2h}{\frac{eU}{mD}}}$
Doba	$T = \sqrt{\frac{2h}{\frac{eU}{mD}}}$
Rovnice trajektorie	$y = \left[-\frac{mD}{2v_0^2} \right] x^2 + h$

Motivační účinek užití analogie jako metody vědeckého poznání (třebaže zjednodušené) je výraznější než jen u podobnosti, právě tím, že je aktivováno více poznávacích potřeb.

V případě analogie užití ve výuce fyziky považují J. Vachek a O. Lepil (1980, s. 61) za potřebné, aby pro odvolávání se na analogickou podobnost prezentovaného modelu ve vztahu k již známému modelu platilo, že

- bude podávat nové informace,
- bude objasňovat činnost, funkci druhé oblasti,
- srovnáním obou oblastí dojdou žáci k hlubšímu pochopení struktury určitého jevu nebo oblasti.

Měli bychom si též uvědomit, že užívání analogie jako poznávací MVT má některá úskalí:

- z fyzikálního hlediska nevhodné analogie,
- neefektivnost užití analogie mezi jevy, z nichž ani jeden není žákům dříve dostatečně znám,
- nevhodnost analogií s činností člověka (personifikace),
- užívání fyzikálně překonaných analogií,
- vysvětlení analogie může být složitější, než vyložení obou jevů samostatně.

Motivaci dosáhneme i využitím podobností, které nejsou analogiemi. Jedná se tedy o podobnost modelů (např. matematických) téhož fyzikálního systému:

Tab. 9.5. Ideální a reálný plyn

<i>stavová rovnice libovolného množství ideálního plynu</i>	$pV = \text{konst} \cdot T$
<i>stavová rovnice 1 molu ideálního plynu</i>	$pV = RT$
<i>stavová rovnice n molů ideálního plynu</i>	$pV = nRT$
<i>Van der Waalsova rovnice pro n molů reálného plynu</i>	$\left(p + n^2 \frac{a}{V^2}\right) \cdot (V - nb) = nRT$

Uvedené fyzikální veličiny: p – tlak plynu, V – objem plynu, T – termodynamická teplota plynu, R – univerzální plynová konstanta, n – látkové množství plynu, a – koeficient kohezního tlaku plynu, b – korekce na vlastní objem molekul.

Pro ověření efektivity motivace při použití podobnosti a analogie fyzikálních objektů a jevů jako poznávací MVT byl realizován následující experiment: Na gymnáziu (věk 15 let) byla prezentována žákům při výuce kinematiky analogie postupného a otáčivého pohybu. Společně se žáky ve škole byla řešena úloha:

A. Kamion hmotnosti 25 tun jel po přímé vodorovné cestě rychlostí 72 km.h⁻¹. Začal rovnoměrně brzdit a po 20 sekundách zastavil. Určete: (a) brzdou sílu, (b) kinetickou energii kamionu před počátkem brzdění, (c) celkovou dráhu, kterou kamion během brzdění urazil.

Za domácí úkol (bez dalšího komentáře) žáci dostali následující analogickou úlohu:

B. Válcový setrvačnick hmotnosti 200 kg a momentu setrvačnosti vzhledem k ose rotace 100 kg.m² se otáčel s frekvencí 50 Hz. Rovnoměrné brzdění účinnou brzdou trvalo 20 s. Určete: (a) moment brzdě síly, (b) kinetickou energii setrvačnicku před počátkem brzdění, (c) celkovou úhlovou dráhu, kterou setrvačnick během brzdění vykonal.

Výsledky experimentu byly následující: Správné řešení domácí úlohy mělo 54 % žáků. V 26 % případech se v zápise domácího úkolu objevil dokonce analogický zápis řešení jako ve školní úloze A. Při následném společné kontrole řešení domácí úlohy B v hodině bylo zřejmé, že žáci brali zadání úlohy B zcela přirozeně, dobře chápali i obsah úkolu (c). Z rozhovorů bylo patrné pochopení analogie fyzikálních systémů prezentovaných v úlohách A a B, které významně napomohlo žákům v řešení domácí úlohy B. Tento experiment potvrdil, že žáci jsou schopni pochopit analogii, je pro ně přirozená a její motivační účinnost vedoucí k efektivní výuce se jeví jako prokazatelná.

10 PROBLÉMOVÉ ÚLOHY A PROJEKTY

Výraznou skupinou poznávacích potřeb je řešení problémů. Na aktualizaci této skupiny potřeb je založena další poznávací MVT – problémové fyzikální úlohy a projekty. Z výzkumů je zřejmé, že tato poznávací MVT je zásadní pro nadané žáky. Psychologickým základem aktualizace je incentiva v podobě „percepčního a konceptuálního konfliktu“ (Hrabal, Man, & Pavelková, 1989, s. 134) Tento konflikt se stává incentivou, která žáky ve výuce fyziky výrazně motivuje a vzniká tak jejich aktivita, směřující k odstranění konfliktu a uspokojení potřeby. Vyvolání incentivního konfliktu má několik psychologických zásad (Hrabal, Man, & Pavelková, 1989, s. 134), které se stávají základem klasifikace problémových úloh. V souladu s těmito psychologickými zásadami a typologií problémových úloh můžeme vytvářet vhodné úlohy a aplikovat je s motivačním záměrem do výuky (Trna, 1994).

Otázka problémového vyučování byla (z psychologického pohledu) zpracována např. v (Maťuškin, 1973) aj. Problémové úlohy jako poznávací MVT můžeme použít ve výuce fyziky jako izolovanou situační motivaci, ale též jako motivaci trvalou – tzv. problémové vyučování. Analýza pojmu „problémová situace“, který je v psychologii (Maťuškin, 1973) a didaktice fyziky (Kašpar, Janovič, & Březina, 1982) užíván, nás přivedla k myšlence, že tento pojem je ekvivalentní s incentivním působením a vzbuzením motivu užitím problémových úloh jako poznávací MVT. Významnou zásadou aplikace této poznávací MVT je podmínka, aby se fyzikální problém v objektivní podobě přeměnil v subjektivní konflikt ve vědomí žáků, a tak i v incentivu vedoucí k jejich motivaci. Z toho plyne náročnost této poznávací MVT – její individuální ráz – tzn., že daná fyzikální problémová úloha nemusí být incentivou pro všechny žáky, je výrazně specifická pro žáky nadané.

Projektová výuka má k výuce problémové velmi blízko. Z motivačního hlediska jsou si tyto výukové postupy velmi blízké, proto jsme je zařadili do jedné motivační techniky. Projektová výuka je poměrně detailně zkoumána a rozvinuta. V naší studii se jí proto nebudeme detailněji věnovat.

10.1 Problémové úlohy založené na překvapivosti

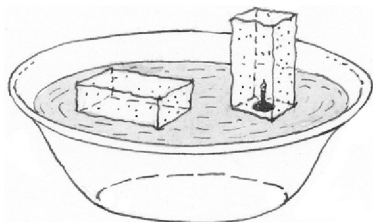
V problémové úloze prezentujeme fyzikální jevy či situace, které jsou v rozporu s očekáváním vycházejícím ze zkušeností a poznatků žáků ve výuce. Incentivou je tedy rozpor mezi očekáváním a skutečností. Problémová fyzikální úloha, která vystupuje jako poznávací MVT, se skládá z podmínek v podobě popisu situace; otázku či příkaz si žáci nejčastěji stanovují sami a vyvíjejí motivací podmíněnou aktivitu k odstranění rozporu (problému) – fyzikální logickou úvahou, výpočtem, měřením, fyzikálním experimentem či jejich kombinací.

Balancování na hladině

Položíme polystyrénový kvádr na větší stěnu na hladinu v nádobě. Kvádr bude ležet na hladině ve stabilní poloze. Do druhého kvádrů do středu nejmenší stěny zasuneme zátěž (např. šroub). Položíme-li na hladinu druhý blok se zátěží na nejmenší stěnu, kvádr zůstane

stát ve stabilní poloze (obr. 10.1). Je překvapivé, že druhý kvádr stojí stabilně na nejmenší stěně.

Vysvětlení: Překvapivé chování druhého kvádru se zátěží vyvolává snížení těžiště díky zátěži.



Obr. 10.1. Kvádry na hladině

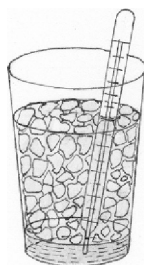
10.2 Problémové úlohy založené na paradoxu

Obsahem fyzikální problémové úlohy je paradox – očividný rozpor se „zdravým rozumem“ – tedy se zkušeností či s dosavadními fyzikálními znalostmi žáků. Psychologický i fyzikálně didaktický základ je shodný s předchozí zásadou překvapivosti, motivační působení je však velmi silné a působí na žáky univerzálně.

Mrznoucí směs

Do sklenice nasypeme drcený led a kuchyňskou sůl. Zamícháme a počkáme chvíli na vznik kapaliny u dna nádoby (obr. 10.2). Teplota této tekutiny je výrazně nižší než bod tání vody – tedy 0 Celsiových stupňů. Tato teplota může dosáhnout téměř minus dvacet Celsiových stupňů. Je paradoxní, že voda je v tekutém stavu pod teplotou tuhnutí.

Vysvětlení: Velmi studená kapalina není voda, ale roztok kuchyňské soli ve vodě.



Obr. 10.2. Sklenice se solí a vodou

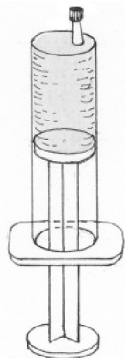
10.3 Problémové úlohy založené na pochybnosti

Problémová úloha obsahuje fyzikální jev se zákonitostí, přičemž podmínky úlohy neodpovídají podmínkám této zákonitosti. Vzniká tak ve vědomí žáků rozpor – pochybnost o platnosti fyzikální zákonitosti. Tato pochybnost je incentívou, vedoucí k výrazně motivovanému ověřování platnosti fyzikální zákonitosti a hledání mezí její platnosti. Tak se upevňuje jak znalost zákonitosti, tak dovednosti jejího užití při řešení fyzikálních problémů.

Vroucí voda

Plastickou stříkačku naplníme velmi horkou vodou (která nevrže), tedy s teplotou pod 100 Celsiových stupňů (plyn rozpuštěný ve vodě je zanedbatelný). Zátkou uzavřeme trn stříkačky a vytáhneme její píst (obr. 10.3). Voda ve stříkačce začne opět vřít.

Vysvětlení: Voda vře při nižší teplotě než 100 Celsiových stupňů díky sníženému tlaku.



Obr. 10.3. Stříkačka s horkou vodou

10.4 Problémové úlohy založené na nejistotě

V problémové úloze nalézáme fyzikální problém, který může mít několik řešení (často bývají přímo nabídnuta). Vzniká takto rozpor – nejistota žáků, které řešení je správné. Tento druh problémové úlohy se vyskytuje často ve fyzikálních písemných didaktických testech s volbou odpovědi. Motivované chování žáků tak vede k vyhledávání správného řešení (výběr z nabízených alternativ).

Tající led

Sklenici zcela naplníme vodou a ponoříme do ní kousek ledu (obr. 10.4). Trocha vody přeteče a led bude vyčnívat nad hladinu. Odpařování vody je minimální. Následně led roztaje. Jaká situace nastane, když led roztaje?

(a) výška vodní hladiny se nezmění a voda nepřeteče

(b) výška vodní hladiny se sníží

(c) trocha vody přeteče

Správné řešení je (a). Podle Archimédova zákona a podmínek pokusu je objem vody vzniklé roztáním ledu shodný s objemem ponořené části ledu na počátku pokusu.



Obr. 10.4. Sklenice s vodou a ledem

10.5 Problémové úlohy založené na obtížnosti

Zadáváme složitý, někdy i zdánlivě neřešitelný fyzikální problém. To může vést ke vzbuzení motivu řešení problému. Podle stupně obtížnosti můžeme objevit několik variant tohoto druhu motivační techniky, a to zejména: křížovky, doplňovačky, problémové otázky „Proč?“, problémové úlohy zadané experimentem, zdánlivě složité problémové úlohy, fyzikální projekty.

Problémové otázky „Proč“ (Tření a odpor prostředí):

(1) *Proč kosmické družice často nemívají, obdobně jako letadla, aerodynamický tvar?*

Odpověď: Ve výškách, kde se družice pohybují, je atmosféra natolik řídká, že ke tření o vzduch nedochází.

(2) *Proč se velmi obtížně pohybujeme ve vodě, sahá-li nám po pás?*

Odpověď: Voda má větší hustotu než vzduch a při hlubším ponoření dojde i ke zvětšení plochy, na kterou odporová síla ve vodě působí. Tak se zvýší odporová síla, kterou těžko překonáme.

(3) *Proč se konstruuji kajakářská pádla s úhlem mezi oběma listy. Úhel listů kajakářského pádla pro divokou vodu se pohybuje mezi 30-60°, do protivětru i 90°, na klidné bezvětrí se úhel blíží 30°.*

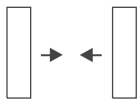
Odpověď: Obdobně jako v předchozí úloze je důvodem snížení odporové síly při pohybu vpřed vynořeného listu pádla ve vzduchu.

Problémové úlohy založené na experimentu (Magnet):

Máme dva na pohled stejné válečky. Jeden je tyčový magnet s opačnými póly na koncích a druhý je kus železa. Jak zjistíme, který váleček je tyčový magnet a který železo? Nesmíme použít žádnou další pomůcku.

Řešení:

Položíme-li válečky vedle sebe (obr. 10.5) nebo proti sobě (obr. 10.6), stále se navzájem přitahují. Tak je neodlišíme:

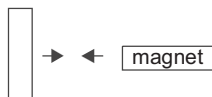


Obr. 10.5. Magnet 1



Obr. 10.6. Magnet 2

Musíme se přiblížit jedním válečkem kolmo ke středu druhého (obr. 10.7). Tak je odlišíme:



Obr. 10.7. Magnet 3

Tyčový magnet přitáhne druhý váleček.

10.6 Projekty

Nejblíže k problémovým úlohám, které jsou založené na obtížnosti jako psychologické zásadě vyvolání incentivního konfliktu, vedoucího k poznávací motivaci žáků, jsou fyzikální projekty. Jejich podstatou je komplexní teoretické i praktické řešení daného fyzikálního objektu či jevu, vrcholící návrhem a realizací technického zařízení, přístroje, dopravního prostředku apod. Vždy je dodržována zásada samostatnosti žáků ve většině fází realizace projektu a kolektivnost jejich činnosti (týmová práce).

Jako příklad uvádíme některé náměty projektů:

- *Teplovzdušný balón.*
- *Sluneční kolektor.*
- *Hvězdářský dalekohled.*
- *Zabezpečovací elektronické zařízení.*

Obtížnost této poznávací MVT jak pro žáky, tak pro učitele spočívá v teoretickém a materiálním zabezpečení projektu, v časové náročnosti a též v koordinační a řídicí činnosti učitele. Fyzikální projekty jako poznávací MVT jsou velmi cenné z motivačního hlediska tím, že vyvolávají celou řadu potřeb žáků – jak poznávacích, tak i sociálních a výkonových. Uvedená poznávací MVT je v současnosti ve světě značně oblíbená a zaslужuje si důkladné rozpracování mimo rámec naší práce. Uvádíme jen konkrétní příklad fyzikálního projektu:

*Název projektu: **Vady a nedokonalosti lidského oka***

Cíl projektu:

Diagnóza vad a nedokonalostí vlastního oka. Sestavení preventivních opatření na ochranu zraku.

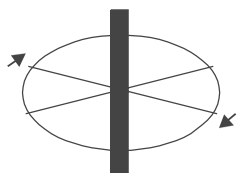
Řešení:

Nalezení informací (na Internetu apod.): Zjištění druhů očních vad a jak nás může klamat díky nedokonalosti. Zjištění možnosti nápravy vad a klamů oka. Vady oka: Krátkozrakost, dalekozrakost, astigmatismus, snížený barvocit, barvoslepost. Statistika: Asi 25 % dětí má zrakové potíže, u dospělých počet postižených rychle narůstá. Poruchy barvocitu (červená a zelená) má asi 8 % mužů a 0,5 % žen.

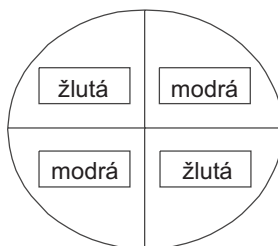
Experimenty v projektu:

BAREVNÁ SETRVAČNOST OKA

Na dětskou hračku káču (obr. 10.8) nasadíme papírový kruh rozdělený na čtyři díly (obr. 10.9).



Obr. 10.8 Káča

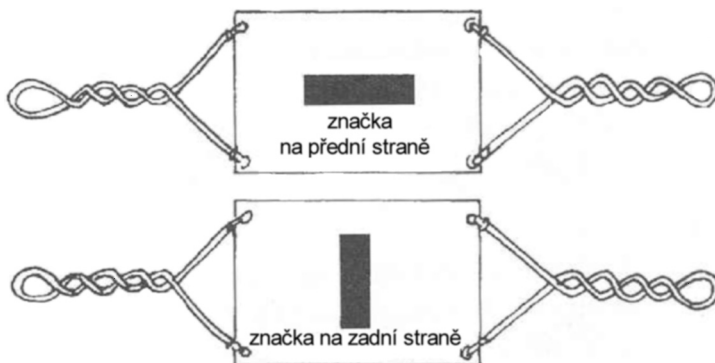


Obr. 10.9. Barvy

Roztočíme-li setrvačnik, žlutá a modrá barva splynou a my vnímáme zelenou barvu.

POHYBOVÁ SETRVAČNOST OKA

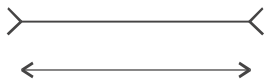
Na papírový obdélník nakreslíme na přední stranu svislou čárku a na zadní stranu vodorovnou čárku. Do otvorů v rozích papíru navážeme provázky (obr. 10.10):



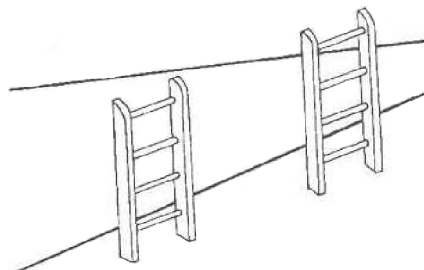
Obr. 10.10. Pohybová setrvačnost oka

Zatažením za oba konce provázek obdélník roztočíme. Místo dvou značek vnímáme jen jednu ve tvaru kříže.

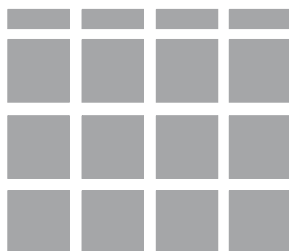
OČNÍ KLAMY



Obr. 10.11. Které úsečka je delší?



Obr. 10.12. Který žebřík je delší?



Obr. 10.13. Vidiš tmavé skvrny blízko rohů tmavých čtverců?

Výstupy projektu:

Zjištění parametrů vlastních očí (návštěva optika či očního lékaře); zjištění vlastností vlastních brýlí; návrh preventivních opatření: sluneční brýle, správné vzdálenost oka a pozorovaného objektu (knihy, obrazovka), nedívat se do silných světelných zdrojů (Slunce, sváření) atd.

Učitel by měl individuálně posoudit optimální roli nadaného žáka při týmovém řešení projektu, aby došlo k plnému využití jeho dispozic. Musí si být vědom specifické individuální pozice nadaného žáka v kolektivu, kdy by mohlo dojít ke konfliktu nadaného s řešitelským projektovým týmem jeho spolužáků. Zde je možno využít i specifický individuální projekt, který by měl mít podobu projektu navrženého samotným nadaným žákem. Takový projekt by měl ve výuce vhodně doplňovat projekt standardních žáků.

11 JEDNODUCHÉ EXPERIMENTY

Základním prostředkem fyzikálního vědeckého bádání je fyzikální experiment. Obdobně i ve výuce fyziky má demonstrační i žákovský experiment nenahraditelné postavení. Je nespornou skutečností, že každý vhodně zvolený a dobře metodicky využitý fyzikální experiment má značnou motivační hodnotu. Přesto můžeme objevit některé skupiny fyzikálních experimentů, jejichž motivační účinnost je vyšší.

První takovou skupinou jsou fyzikální experimenty tzv. „efektní“, které bývají spojeny s emotivním prožitkem překvapení a krásna. Sem lze zařadit řadu demonstrací optických jevů (anodové a katodové záření v plynech, světelné jevy v polarizovaném světle, interferenční jevy, rozklad světla, pokusy s laserovým světlem, pozorování nebeských objektů atd.). Uvedené experimenty jsou však koncentrovány jen do některých partií fyziky, my však potřebujeme motivovat žáky fyzikálním experimentem v celé fyzice.

Druhou skupinou výrazně motivačních experimentů, které nalezneme téměř ve všech částech fyziky, jsou jednoduché fyzikální experimenty. Nejdříve je třeba přesně definovat pojem jednoduchý fyzikální experiment a pak objevit jeho motivační působení, a tak doložit oprávněnost jeho zařazení mezi poznávací MVT.

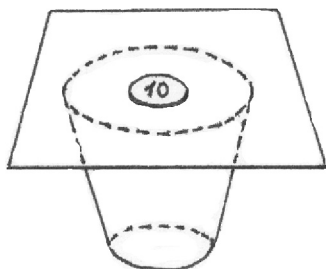
E. Kašpar klade na jednoduchost fyzikálního experimentu nemalý důraz; mezi jeho didaktickými požadavky na demonstrační experiment nalezneme: „Pokus má být jednoduchý, názorný, pochopitelný a přesvědčivý. Nezbytnou podmínkou úspěchu demonstrace je, aby o ni měli žáci zájem a aktivně se jí účastnili. Přitom hraje – jak zkušenost ukazuje – opět velkou úlohu jednoduchost experimentu: čím je demonstrace jednodušší, tím ji žáci sledují s větším zájmem“ (Kašpar a kol., 1978, s. 188–189). Pokud se pokusíme definovat jednoduchý fyzikální experiment z motivačního hlediska, pak docházíme k závěru, že jednoduchý fyzikální experiment se stává incentivou aktivizující minimálně poznávací potřeby řešení problémů a zároveň potřeby smyslové a svalové aktivity (Trnová, 2011a). V této současné aktivizaci dvou poznávacích potřeb je skryto silné motivační působení jednoduchého fyzikálního experimentu. Z realizačního hlediska ve výuce fyziky jednoduchost znamená nenáročnost technické realizace jednoduchého fyzikálního experimentu. Je vhodné tuto charakteristiku doplnit zařazením jednoduchého fyzikálního experimentu jako poznávací MVT mezi kvalitativní experimenty (nelze u nich většinou provádět měření či kvantitativní určování funkčních závislostí mezi veličinami). Kvalitativnost jednoduchého fyzikálního experimentu přináší významnou charakteristiku, kterou je problémovost (Trna, 2005). Již dříve jsme uvedli skupinu problémových fyzikálních úloh jako poznávací MVT, které jsou zadávány experimentem. Je možno odhalit blízkost obou těchto poznávacích MVT.

Technická jednoduchost realizace jednoduchého fyzikálního experimentu přináší i cennou možnost jeho provedení samotnými žáky, a to jak ve výuce, tak i v domácí přípravě. Nelze opomenout i ekonomickou nenáročnost jednoduchého fyzikálního experimentu. Takto výše definovaný jednoduchý fyzikální experiment můžeme považovat za významnou poznávací MVT, zejména na nižších stupních škol. Tyto experimenty motivují standardní i nadané žáky.

Jako příklad uvádíme soubor experimentů s mincemi z různých oblastí fyziky.

Jednoduché experimenty s mincemi:

Setrvačnost:

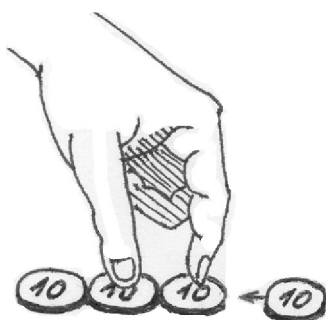


Sklenici zakryjeme přiměřeně velkým tuhým hladkým listem papíru, na nějž položíme těžší minci (obr. 11.1). Prudkým vytažením (vytržením) papíru dosáhneme pádu mince do sklenice. Stejný výsledek obdržíme při prudkém odstrčení papíru.

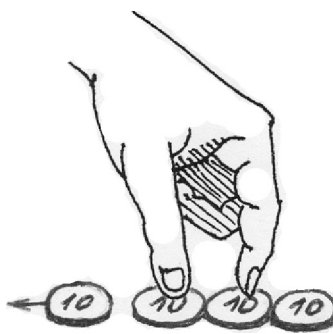
Vysvětlení: Setrvačnost mince a malé tření způsobí pád mince do sklenice.

Obr. 11.1. Setrvačnost mince

Rázostroj:



Obr. 11.2. Rázostroj 1

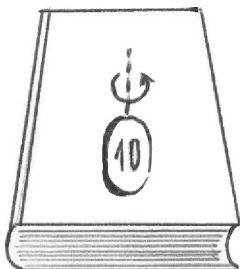


Obr. 11.3. Rázostroj 2

Na hladký stůl položíme řadu stejných mincí (dvě až čtyři, může jich však být i více) tak, aby se dotýkaly. Do krajní mince řady mincí narazíme středově v ose řady mincí další stejnou mincí. Dojde k odskoku krajní mince na opačné straně řady. Pro zvětšení působivosti pokusu je vhodné vnitřní mince řady přitisknout prsty ke stolu (obr. 11.2 a 11.3).

Vysvětlení: Předávání hybnosti mincemi (princip rázostroje) platí i pro tyto mince.

Setrvačník:

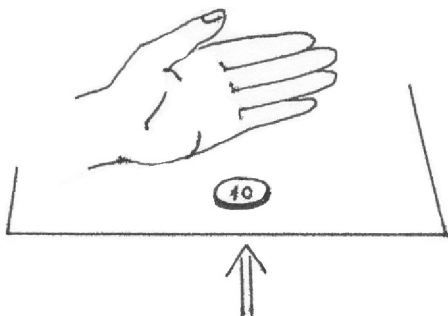


Obr. 11.4. Setrvačník

Roztočíme (cvrnknutím) těžší a větší minci kolem svislé osy na větší knize (obr. 11.4). Při naklánění knihy rotující mince zachovává směr osy rotace v prostoru a po opětovném vyrovnání knihy rotuje stejně jako na počátku pohybu.

Vysvětlení: Podle zákona zachování momentu hybnosti se zachovává směr osy rotace mince.

Bernoulliho rovnice:



Obr. 11.5. Skákající mince

Vedle položené otevřené dlaně leží lehká mince. Prudkým fouknutím nad mincí dosáhneme přeskoku mince do dlaně (obr. 11.5).

Vysvětlení: Dle Bernoulliho rovnice vzniká nad mincí podtlak vzduchu a po mírném nadzvižení mince s ní pohne do dlaně tlaková síla okolního vzduchu společně s proudem foukaného vzduchu.

Tepelná vodivost:

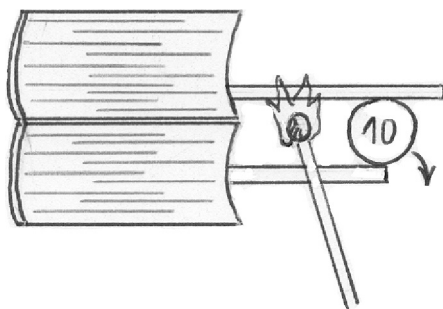


Obr. 11.6. Tepelná vodivost mince

Dvěma prsty uchopíme minci, kterou opatrně začneme zahřívát plamenem zápalky. Minci neudržíme po celou dobu hoření zápalky (obr. 11.6).

Vysvětlení: Mince má dobrou tepelnou vodivost a malou tepelnou kapacitu, proto se rychle zvýší její teplota.

Teplotní roztažnost:

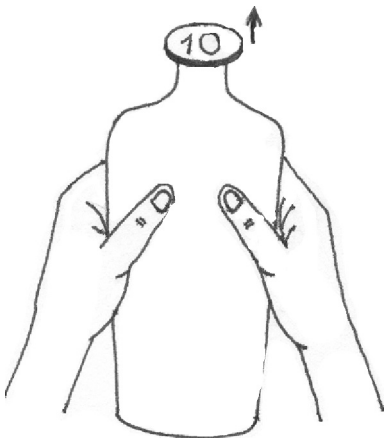


Obr. 11.7. Teplotní roztažnost mince

Mezi dva delší skleněné pásky vložíme stojatě minci tak, aby spodní sklo se svým koncem právě dotýkalo obvodu mince (obr. 11.7). Po zahřátí horního skla plamenem zápalky dojde k vypadnutí mince.

Vysvětlení: Spodní strana horního pásku skla se rychleji zahřeje než strana horní a dojde tak k rozdílnému tepelnému roztažení horní a dolní strany pásku, který se jako celek ohne vzhůru, a tak mince vypadne.

Teplotní roztažnost vzduchu:

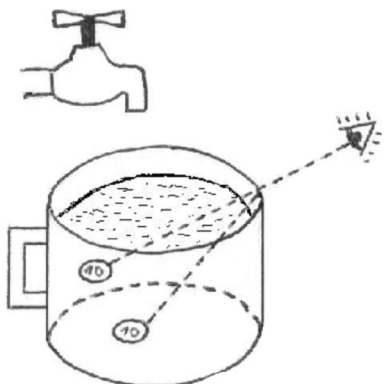


Obr. 11.8. Teplotní roztažnost vzduchu

Na navlhčené hrdlo prázdné skleněné láhve položíme minci. Láhev uchopíme do dlaní – tak zahřejeme vzduch v láhvi (doporučujeme předem vzduch v láhvi ochladit proudem studené vody). Po chvíli začne mince téměř periodicky nadskakovat (obr. 11.8).

Vysvětlení: Zahřátý vzduch v láhvi zvětšuje svůj objem a tlak. Tlaková síla zahřátého vzduchu v láhvi pak zdvihne minci.

Lom světla:

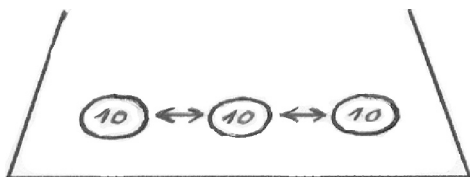


Obr. 11.9. Lom světla ve vodě

Na dno neprůhledného hrnečku vložíme minci tak, abychom ji z boku neviděli. Po nalití vody do hrnečku se při nezměněném úhlu pohledu mince objeví (obr. 11.9).

Vysvětlení: Hladina vody v hrnečku se stane rozhraním dvou rozdílných optických prostředí, na kterém dojde k lomu světelných paprsků vycházejících z mince – lom od kolmice – a tak se tyto paprsky dostanou do oka a minci uvidíme.

Slepá skvrna:



Obr. 11.10. Slepá skvrna

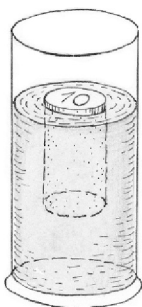
Položíme vedle sebe tři menší mince ve vzdálenosti 8-10 cm. Přivřeme levé oko a pravým se díváme na minci nejvíce vlevo (obr. 11.10). Přiblížujeme současně hlavu k mincím. Při vzdálenosti asi 25-30 cm střední mince zmizí. Při odtahování hlavy zmizí mince nejvíce vpravo.

Vysvětlení: Světlo vycházející z mizejících mincí dopadá na slepou skvrnu na sítnici oka, kde je oko nevidí.

Uvedená série jednoduchých fyzikálních experimentů dokládá univerzálnost použití jednoduché dostupné pomůcky – mince. Tak jsme chtěli naznačit, že existuje mnoho možností, jak lze jednoduché fyzikální experimenty realizovat a jimi standardní i nadané žáky motivovat. Učitel fyziky by měl být o známých jednoduchých fyzikálních experimentech informován (příručky, sbírky apod.), měl by se však pokoušet o vymyšlení nových. Cenné je především objevení těchto experimentů samotnými žáky. Zde je velký prostor pro rozvoj nadání žáků. Jednoduché experimenty jsou uvedeny např. (Bilimovič, 1981; Öveges, 1965; UNESCO, 1971; Kružík, 1979), odkud byly částečně převzaty i naše experimenty s mincemi.

Existují typy jednoduchých experimentů, které jsou vhodné speciálně pro rozvoj nadání. Tyto jednoduché experimenty v sobě skrývají hlubší úroveň problému, vhodnou pro rozvoj nadaného žáka. Jako příklad uvádíme:

Zátka s mincí:



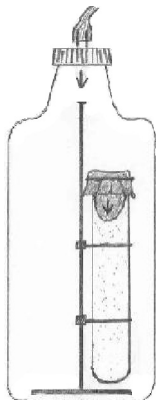
Na podstavu korkové zátky je nalepena kovová mince. Průměr mince a zátky je stejný. Výška zátky je taková, aby po ponoření válce do vody vyčnívala nad hladinu jen mince (obr. 11.11). Jaká nastane situace po převrácení a opětném ponoření zátky s mincí do vody?

Řešení: výška vyčnívající zátky je stejná jako výška mince. Hmotnost zátky s mincí se při převrácení nemění. Podle Archimédova zákona je tedy vztlaková síla působící na zátku stejná a ponořený objem zátky se tedy nezmění.

Obr. 11.11. Plovoucí zátka s mincí

Další variantou jednoduchého experimentu je vytvoření alternativního experimentu ke známému experimentu samotným nadaným žákem:

Přetlaková láhev:



Experimenty v podtlakové komoře (recipient vývěvy) jsou často demonstrovány. Ve vývěvě se vytvořením podtlaku pod membránou tato prohne. Vytvořte zařízení, které demonstruje doplňkový jev v přetlakové komoře. Jak by se tento jev projevil na lidském sluchovém ústrojí?

Řešení: Zkumavku upevněnou v přetlakové plastové láhvi zakryjeme gumovou membránou, která se vlivem přetlaku prohne. Přetlak je vytvořen pomocí ventilku ve víčku láhve a pumpičky (obr. 11.12). Gumová membrána simuluje chování ušního bubínku při koupání a potápění. Nebezpečí spočívá v případném protržení ušního bubínku nárazem na vodní hladinu či tlakem vodního sloupce při ponoření.

Obr. 11.12. Přetlaková láhev

Informační a komunikační technologie (dále ICT) přinesly do výuky řadu nových možností. ITC se dají velmi efektivně využít i v oblasti jednoduchých experimentů s jednoduchými pomůckami (Trna, 2005), jako např.:

- (a) Videopořady s jednoduchými experimenty: Jednoduché experimenty je možno demonstrovat pomocí promítání videozáznamu (videopořadu). Projekce těchto experimentů může být využita např. jako úvodní i průběžná motivace žáků, doplněk demonstračních reálných experimentů (šetření času), instruktáž pro následné žákovské experimenty, promítání bez zvuku s komentářem žáků ve fixační a diagnostické fázi atd.
- (b) Jednoduché experimenty na Internetu: Řada webových stránek (YouTube) obsahuje ukázky jednoduchých experimentů. Toho je možno využít při fixační fázi výuky, kdy žáci sami vyhledávají tyto experimenty, pak je prezentují ve třídě nebo je používají jako inspiraci při vytváření vlastních modifikací experimentů.
- (c) Nahrávky žákovského experimentování: Pro motivaci i prožitkovou část výuky je možné pomocí videokamery zaznamenat vystoupení jednotlivých žáků při demonstracích jednoduchých experimentů. Tyto záznamy je pak možno s žáky analyzovat z fyzikálních i technického hlediska. Dále je možno zařadit zdařilé do databáze videozáznamů a používat je v postupu (a).
- (d) Instruktáže k experimentování: Fotografie nebo krátké videonahrávky (klipy) doplněné popisem a instrukcemi k provádění pokusů mohou sloužit žákům (ale i učitelům) jako návody k provádění jednoduchých experimentů a k výrobě jednoduchých pomůcek.
- (e) Webové prezentace: Vytvořené fotografie či klipy je možno umístit na webové stránky školy. Tak je možno realizovat projekt prezentace práce žáků v oblasti jednoduchých experimentů.

Uvedené aplikace vzdělávacích postupů s využitím ICT jsou zaváděny do výuky a mohou být doplňovány dalšími aplikacemi podle materiálních a personálních podmínek škol.

12 NAUČNÉ FILMY A VIDEOPOŘADY

Zobrazení fyzikálních jevů a objektů pomocí filmového záznamu či videopořadu má značnou výhodu pro svoji dynamičnost zobrazení, možnou úpravu obrazu i zvuku (střih, animaci atd.). Tyto filmy a videopořady je možno vytvářet tak, aby efektivně podporovaly výuku fyziky – sloužily tedy jako učební obrazové a zvukové pomůcky názorného vyučování fyzice. O. Lepil, zdůrazňuje, že „právě dynamika obrazového znázornění skutečnosti nejlépe odpovídá obrazovému myšlení žáků a to činí z filmu jeden z nejvýznamnějších prostředků názorného vyučování“ (Kašpar a kol., 1978, s. 329-330).

Dosud byla připravena řada filmů i videopořadů, určených pro výuku fyziky na základních a středních školách. Zdaleka ne všechny ale splňují podmínky, aby dostatečně motivačně působily. Je skutečností, že žáci jsou zvyklí na film a videopořad jako na významný moderní zdroj zábavy, jelikož uspokojují především jejich potřeby zábavy a hry, nikoliv primárně k uspokojování poznávacích potřeb. Přesto je však výhodné využít kladného vztahu k filmu a videopořadu i ve výuce fyziky. Nesmíme ale zapomínat i na některé zlozvyky, které si žáci vytvářejí a tak se může snižovat účinnost této poznávací MVT. Film a videopořad, zvláště hudební, se často stává kulisou pro jejich jinou činnost a žák se tak nesoustřeďuje na obsah, což si přináší i do výuky. Na to je třeba reagovat vhodně sestaveným výukovým filmem nebo videopořadem (krátkost, nepřehlcení informacemi, zvýraznění uzlových bodů aj.).

Film a videopořad se stává incentívou pro aktualizaci potřeby smyslové aktivity – svítící obrazovka nebo osvětlené plátno bezpochyby probudí žákovy smysly a pozornost. Rozhodujícím a dlouhodobějším motivačním zdrojem je však aktualizace sekundárních potřeb, které podle našeho názoru může přinést zejména kombinace fyzikálních naukových filmů a videopořadů s ostatními poznávacími MVT. Na nevhodnost užití komplexních filmů a videopořadů, které zpracovávají určitý úsek učiva tak, že mají obdobnou strukturu, jako vyučovací hodina upozorňuje též publikace (Kašpar a kol., 1978, s. 333).

Komplexní film nebo videopořad může být snad použit v domácí doplňkové přípravě žáků, kteří ve výuce chyběli, ve vlastní výuce při náhradě učitelovy expozice učiva je však motivační účinek (a tedy i kvalita výuky) minimální. Bohužel většina dosud vytvořených fyzikálních naukových filmů a videopořadů je právě komplexního typu. Naše zjištění však potvrdila motivační účinnost velmi krátkých pořadů či klipů, znázorňujících modely fyzikálních jevů (animace), zadání problémových fyzikálních úloh, efektní fyzikální experimenty (neuskutečnitelné ve škole), fyzikální paradoxy, kouzla a triky, aplikace fyzikálních poznatků v technice a jiných vědách, historie fyziky a životopisy fyziků, fyzika v životě člověka atd. Tak se fyzikální naučné filmy a videopořady stávají komplexním podnětem pro více potřeb žáků (smyslová aktivita, získávání informací, řešení problémů aj.) a mají tak výrazný motivační účinek. V některých výukových předmětech (např. v biologii) využívají kombinací naučných a hraných filmů a videopořadů, kde je motivační působení posíleno dramatickostí příběhu, který je v pořadu (např. francouzský televizní seriál *Byl jednou jeden život*, kde některé elementy lidského organismu jsou personifikovány a žáci sledují jejich osudy v lidském těle). Fyzika poskytuje obdobné možnosti, dosud však nejsou dosud dostatečně využity.

Technické zpracování fyzikálních naukových filmů a videopořadů pro praktické užití ve výuce se podle našich zjištění jeví nejvhodnější ve formě klipů (několikasekundové snímky), fragmentů (několikaminutové výňatky z delších pořadů), velmi krátkých pořadů (několikaminutové monotematické snímky) či instruktážních pořadů (návody na laboratorní měření, bezpečnost práce aj.) v podobě stovebnicových segmentů, pohotově použitelných v různých částech výuky fyziky.

Příslušné technické vybavení a dovednost učitele techniku obsluhovat považujeme na nutnou samozřejmou podmínku. Vlastní aplikace této poznávací MVT je široká v různých metodách či formách výuky. Nabízí se i možnost použít pořad pro domácí nebo distanční přípravu žáků. Vhodně připravené filmy a videopořady by se měly stát nedílnou součástí výukových projektů, součástí učebních textů, běžně dostupných učiteli i žákům.

Pro ověření účinnosti této poznávací MVT byl proveden pedagogický experiment, jehož cílem bylo srovnání účinnosti komplexního fyzikálního naukového filmu ve srovnání s užitím segmentů tohoto pořadu, vložených do klasického expozičního výkladu učiva STR – relativnost současnosti, kontrakce délky a dilatace času (4. ročník gymnázia). Experiment byl realizován ve dvou prospěchově srovnatelných třídách stejného zaměření. V obou třídách byl v úvodu tématu promítnut naukový film: Teorie relativity, a to bez předběžného komentáře. Poté bylo v jedné třídě učivo vyloženo s proloženým promítnutím tří fragmentů z uvedeného filmu. V referenční třídě byl znovu promítnut celý film s upozorněním, že je třeba, aby si žáci provedli zápis (po skončení projekce), včetně užití učebnice, která korespondovala s obsahem filmu. Po upozornění na následný test znalostí výše uvedených tří jevů byl v další hodině tento test zadán. Hodnocení bylo pouze: uspěl – neuspěl (hranici bylo 50 % správných odpovědí). Závěr vyhodnocení testu vyzněl jednoznačně ve prospěch třídy, ve které byly použity fragmenty pořadu oproti třídě s projekcí komplexního filmu jako expozice. Rozdíl byl o 28 % úspěšných odpovědí více ve třídě s fragmenty pořadu organicky zasazenými do expozice učiva. Obdobná zkušenost byla získána i v jiných tematických celcích a jiných ročnících. Výsledky didaktického experimentu potvrdily teoretické úvahy o podmíněnosti efektivitu výuky motivací žáků pomocí vhodného použití videoprogramu.

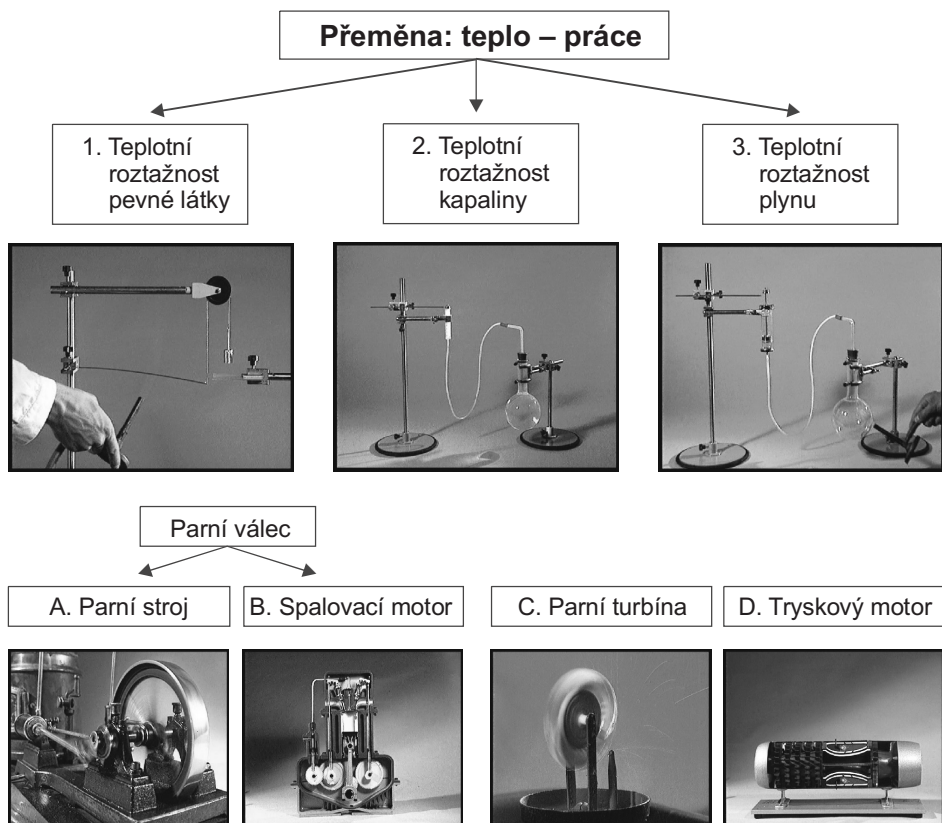
Dnešní multimediální ICT technologie jsou dostupné školám, učitelům i žákům. Učitelé mohou film a videopořad v podobě počítačového videozáznamu používat ve výuce, žáci pak v domácí přípravě. Poměrně snadno je dnes možno videozáznamy distribuovat a také je vytvářet. Budoucnost přinese jistě další zefektivnění a zjednodušení tvorby a užití videozáznamů ve výuce fyziky.

Naše dlouholeté zkušenosti z tvorby videopořadů a výzkum jejich aplikace ve výuce fyziky přinesly zásady tvorby (Trna, 2005), ze kterých zdůrazňujeme tyto:

- Stanovení vzdělávacího cíle: osvojení vědomostí a/nebo dovedností.
- Stanovení cílové skupiny: věk, druh kurzu atd.
- Poloprofesionální nebo profesionální záznamové a stříhové vybavení: kvalitní videokamera, disperzní reflektory, povrch pozadí, stříhový software atd.
- Odpovídající zařízení a materiál pro experimenty: malý rozměr, jasné barvy atd.
- Žádná „mluvící hlava“ komentátora, jen ruce experimentátora na obrazovce.
- Komentář jen doplňuje obraz.

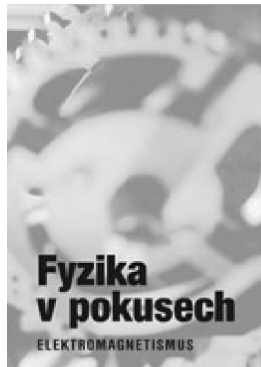
- Optimální realizační tým: expert fyzikálního vzdělávání, režisér, kameraman.
- Strukturovaná scénář založený na didaktické linii.
- Kombinace modulů: reálný experiment (kvalitativní a/nebo kvalitativní s měřením), animace experimentů, ukázky materiálů, přístrojů, jevů, aplikací, exkurze (terén, laboratoř, továrna), texty (vzorce, titulky).
- Optimální autorský scénářistický tým: didaktik fyziky (vedoucí), fyzik, učitel, režisér.

Jádrum videopořadu je didaktická struktura vedoucí od demonstrace fyzikálního jevu k jeho praktické aplikaci. Jako ukázku uvádíme část přípravy scénáře obsahující didaktickou linii.



Obr. 12.1. Didaktické scénárium videopořadu (foto: (DIRECT FILM, 2012)

V souladu s výše uvedenými zásadami tvorby videopořadů jsme vytvořili v minulých letech sérii videopořadů „Fyzika v pokusech“. Tyto videopořady mají didaktickou strukturu a jsou aplikovatelné jak ve formálním školním vzdělávání, tak i v neformálním mimoškolním vzdělávání. Jako ukázku uvádíme díl ze souboru Fyzika v pokusech (obr. 12.2), jejichž jsme autory:



Obr. 12.2. Videopřad: Fyzika v pokusech. Elektromagnetismus (DIRECT FILM, 2012)

13 PARADOXY, KOUZLA A TRIKY

Fyzikální paradox je jev, který se zdánlivě vymyká našim zkušenostem a znalostem. Můžeme jej však vysvětlit a pochopit hlubším studiem přírodních jevů a fyzikálních zákonitostí. Mezi nejznámější fyzikální paradoxy patří hydrostatický a hydrodynamický paradox.

M. Keprt (1982) se pokusil o definici a klasifikaci fyzikálních paradoxů (dále budeme užívat tvary mužského rodu termínu paradox). Fyzikální paradox definujeme jako fyzikální jev, který vytváří ve vědomí žáků rozpor mezi jejich zkušeností a aktuálním vnímáním skutečnosti. Jsme si vědomi, že se ve fyzice setkáváme i s paradoxy vznikajícími na úrovni představ a myšlení, které lze těžko či vůbec vnímat jako fyzikální jevy (např. nezávislost rychlosti světla ve vakuu na volbě vztažné soustavy); mnohé z těchto paradoxů však můžeme modelovat pozorovatelným fyzikálním jevem (např.: beztlížný stav – pokusy pod vodou či v prudce klesajícím letadle) nebo se s vyvíjejícím fyzikálním poznáním ve formě fyzikálního jevu objeví (např. beztlížný stav v éře kosmonautiky).

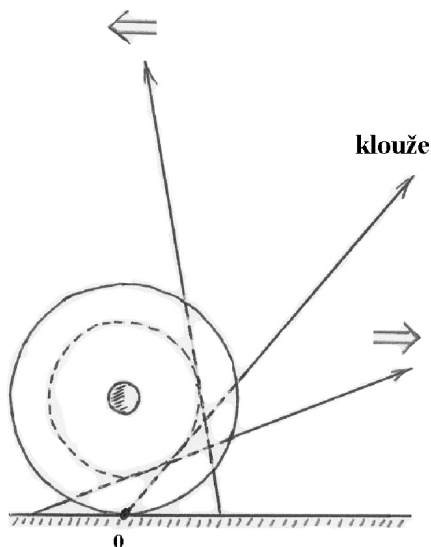
Fyzikální paradoxy byly a jsou významným motivujícím prvkem v základním fyzikálním výzkumu, jako příklad mohou sloužit B. Pascal a O. Guericke (hydromechanika a aeromechanika), I. Newton a CH. Huygens (optika), J. C. Maxwell (elektřina a magnetismus), M. Planck a A. Einstein (kvantová fyzika a teorie relativity).

Nás však zajímá motivační účinnost fyzikálního paradoxu ve výuce fyziky a jeho případné zařazení mezi poznávací MVT. Zde můžeme odhalit násobné incentivní působení fyzikálního paradoxu, který se může ve výuce stát komplexním podnětem, vzbuzujícím potřebu smyslové aktivity žáků (zaměření pozornosti díky rozporu s dosavadní zkušeností) a též potřebu řešení problému (ten je s paradoxem těsně spjat). Proto jsme oprávněni považovat fyzikální paradox za poznávací MVT. Je však nutno připomenout základní podmínku užití této motivace ve vlastní výuce, kterou je vysvětlení fyzikální podstaty paradoxu. Nestačí tedy fyzikální paradox demonstrovat či popsat, je třeba vyložit jeho fyzikální podstatu, což vede k uspokojení vzbuzených potřeb, ale též k uspokojení další potřeby, a to získání nových poznatků a jejich systematizace, což je součástí cíle fyzikálního vzdělávání.

Fyzikální paradoxy jsou často součástí kouzel a triků, komerčně využívaných v oblasti zábavy (např. rovnováha těles, rotace těles, odraz světla zrcadly aj.). Zásadou tohoto komerčního využití fyzikálních paradoxů je zatajení fyzikální podstaty jevů. Navíc jde často o kombinaci s užitím vjemových (obvykle zrakových) klamů. V tomto případě již nelze hovořit o poznávací MVT, jelikož neuspokojíme potřebu, může dojít k frustraci a nezájmu žáků. Použijeme-li přesto ve výuce některé z kouzel a triků (Reichel, 2004a, b), pak je třeba odhalit jejich fyzikální podstatu. Vhodné je též zadávat problémové paradoxní úlohy, jejichž cílem je právě odhalení podstaty některého z kouzel či triků.

Ve výuce fyziky lze aplikovat poznávací MVT fyzikálních paradoxů, kouzel a triků v různých metodách i formách: jako expoziční demonstraci, jako součást problémové úlohy při fixaci učiva, či při diagnostice a hodnocení.)

Neposlušná cívka (demonstrační pokus):

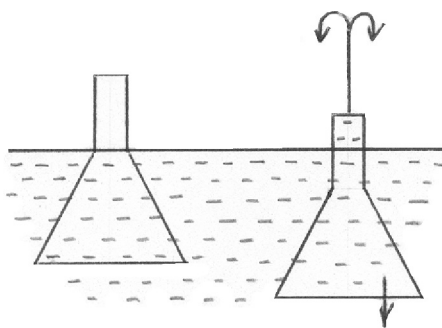


Na cívku od nití je navinut provázek (lépe pentlička) podle obr. 13.1. Táhneme-li za provázek, mohou nastat tři pohybové stavy cívky v závislosti na sklonu taženého provázku – cívka se kutálí k nám, od nás, či klouže po stole bez otáčení.

Vysvětlení: Osou rotace cívky je dotyková přímka cívky se stolem, vůči které je třeba brát v úvahu moment působící síly jako kladný, záporný, či nulový – viz obrázek. Uvedenou demonstraci můžeme použít při expozici momentu síly a otáčení tělesa.

Obr. 13.1. Neposlušná cívka

Stříkající nálevka (kvalitativní úloha):

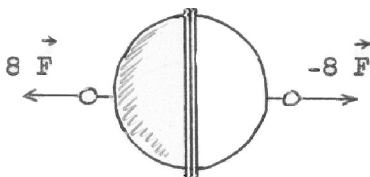


Ve všech ramenech spojených nádob je hladina kapaliny ve stejné výši. To platí i pro nálevku ponořenou do vody a ponechanou v klidu (vzlínavost vody v zúžené části nálevky zanedbáme). Začneme-li však nálevku ponořovat dolů rozšířenou částí, ze zúženého konce voda vystříkne (obr. 13.2). Vysvětlete.

Vysvětlení: Při ponořování nálevky jde o proudění vody potrubím různého průřezu, a to z potrubí o větším průřezu do potrubí menšího průřezu. Podle rovnice kontinuity dojde ke zvýšení rychlosti proudění vody v zúžené části nálevky, až voda vystříkne nad hladinu. Výška vodotrysku bude záviset na rychlosti ponořování nálevky a na tvaru nálevky.

Obr. 13.2. Stříkající nálevka

Magdeburské polokoule (kvantitativní úloha založená na paradoxním jevu):

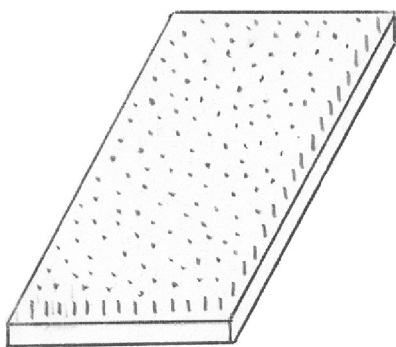


Obr. 13.3. Polokoule

Otto Guericke použil u svého proslulého pokusu polokouli s vyčerpáním vzduchem o průměru 57,5 cm (obr. 13.3). Jakou silou táhl jeden kůň, jestliže podle rytiny táhlo na každé straně osm koní? Výpočet proveďte pro normální tlak vzduchu a tlak ve vyčerpané kouli uvažujte rovný nule.

Řešení: Atmosférickou tlakovou silou je v rovnováze s koňskou silou, přičemž síla jednoho koně je asi 3,3 kN.

Fakírovo lůžko (trik s fyzikálním paradoxem):



Obr. 13.4. Fakírovo lůžko

V čem spočívá trik fakírův, který leží na prkně hustě pobitém hřebíky s hroty vzhůru (13.4)?

Řešení: Tíha těla fakírova se rozkládá na veliký počet rovnoběžných složek. Kdyby fakír měl hmotnost např. 60 kg a ležel na prkně, na kterém jsou hřebíky ve vzdálenostech čtvercové sítě o straně čtverce 2 cm a plocha příslušného povrchu těla byla $1,5 \text{ m} \times 0,26 \text{ m} = 3900 \text{ cm}^2$, bylo by na asi tisíc hřebíků. Na jeden hrot by tak působila malá síla velikosti 0,6 N. Tato síla pak nestačí na propíchnutí kůže, a tak hřebíky fakírovi neublíží.

Trik – fyzikální paradox lze využít např. při expozici nebo jako problémovou úlohu při fixaci.

Uvedené příklady jsou inspirovány sbírkami úloh (Kašpar, Janovič, & Březina, 1982; Öveges, 1965; Kružík, 1979). Motivační účinnost této techniky je velmi vysoké jak pro nadané, tak pro standardní žáky. Nadaní žáci se mohou snažit o vysvětlení podstaty triku ještě před učitelovým výkladem.

14 HUMOR

Fyzika jako exaktní přírodní věda přináší žákům poznatky ve formě přesných, často matematicky vyjádřených informací, citově neutrálních. Tím se fyzika jako vyučovací předmět liší výrazně např. od českého jazyka a literatury, dějepisu aj., kde se žáci setkávají s učivem citově zabarveným, tedy i s humorem. Humor ve výuce působí jednak relaxačně, vyvolává a uspokojuje potřebu oddechu žáků jako jednu z primárních potřeb, ale též citově zabarvuje učivo a tak nepřímou (přes emoce) způsobuje i poznávací motivaci. Zjistí-li žáci, že fyzikové byli lidé s humorem, zažívali veselé životní příběhy, že při realizaci fyzikálních objevů v praxi a při výzkumech nastávaly zábavné situace (příběh o běhu nahého Archiméda po objevu jeho zákona), pak ztrácejí obavu z fyziky, jejich nezájem se může změnit v zájem o studium fyziky. Existují některé učebnice, jejichž autoři se pokusili o přiblížení obsahů zábavnou formou.

Fyzikální humor tedy můžeme zařadit mezi poznávací MVT ve fyzice, třebaže nepůsobí výrazně na vlastní poznávací potřeby žáků. Touto technikou se dostáváme na hranici s druhou skupinou poznávacích MVT, které jsou založeny na mezipředmětových vztazích a jejich incentivy nejsou jen fyzikálního původu.

Uplatnění fyzikálního humoru jako poznávací MVT je vhodné i jako relaxační vložka během výuky, zvláště v náročných abstraktních partiích. Další místo má tato technika v úvodních a závěrečných hodinách, zde se osvědčilo zapojení žáků do přípravy i realizace této metody (vyhledávání a vymýšlení vtipných prvků, předvedení scének atd.). S úspěchem je možno využít i dramatizaci učiva jako jednoho z alternativních výukových prostředků.

Český jazyk umožňuje vytvořit díky své jazykové bohatosti (synonyma, homonyma aj.) inteligentní slovní humor, který se nevyhýbá ani fyzice. Proto nalezneme humor s fyzikálními prvky i v oblasti komerční a zábavné, kde lze jmenovat např. divadlo Járy Cimrmana.

Divadlo Járy Cimrmana: Hodina fyziky:

(To nejlepší ze Smoljaka, Svěráka a Járy Cimrmana, 1992, s. 17)

Doc. Jaroslav Weigel:

„Pro ilustraci praktické aplikace uvedených pedagogických zásad uvidíme nyní, jak vypadal cimrmanovský výklad při vlastním vyučování. Podívejme se kupříkladu na jeho hodinu fyziky. Zde udivuje Cimrman nejen důslednou názorností, ale také mistrným vedením důkazu. Ukažme si, jak vykládal dejme tomu o světle a zvuku. Nejprve stanovil základní pojmy.

Zhasnout, prosím!“ (V sále se zhasne, Weigel rozsvítí svíčku.) „Toto je světlo.“ (Weigel svíčku sfoukne.) „Toto je tma. Světlo, prosím!“ (V sále se rozsvítí.) „A teď základní pojmy akustiky. Prosím o naprosté ticho. Ještě není ticho. Toto je ticho a“ (zazvoní zvonečkem) „toto je zvuk.“

„A nyní si ukážeme jeden pokus. Kolegové budou tak laskaví a pomohou mi.“ (Čepelka vezme zvonek, Svěrák zapálí svíčku. Weigel tleskne a oba, svítky a zvonice, vyrazí z jednoho kouta jeviště na druhý. Svěrák je v cíli dřív.) „Viděli jste Cimrmanův názorný důkaz, že světlo je rychlejší než zvuk. Nyní demonstrace další poučky.“ (Weigel rozsvítí svíčku a upustí ji na katedru. Svíčka se přelomí v půli.) „Kdo se trochu vyzná v optice, tomu je smysl pokusu zřejmý: světlo“ (ukáže zlomenou svíci) „se při dopadu láme.“

Fyzikové a humor:

Řadu humorných situací můžeme objevit ve vzpomínkách na významné fyziky (inspirováno seminářem didaktiků fyziky ve Štíříně 1980):

Chybná trefa

Lord Kelvin prováděl tradičně při svých přednáškách pokus, při němž střílel na velké balistické kyvadlo. Pušku nabíjel značnou dávkou prachu. Kalibr byl veliký, asi půl coule. Studenti to považovali za vrcholný okamžik kursu. Jednou střelil chybně a to tak, že kulka proletěla zdí a tabulí ve vedlejší posluchárně. Když tam velmi znepokojený Kelvin vběhl, našel docenta u tabule nezraněného. Studenti však volali: „Chybná trefa – zkuste to ještě jednou, Bille!“

Svědék

O H. A. Rowlandovi se vypráví ne zcela zaručený, ale velice pravděpodobný příběh. Jednou měl podat svědectví jako vědecký expert v nějakém soudním řízení. Právní zástupce mu jako zkoušku položil otázku, kdo je nejvýznamnější americký fyzik. „To jsem já“, odpověděl Rowland bez zaváhání. Později mu jeden přítel opatrně vytknul jeho výrok. Rowland na to: „No dobře, dobře, já vim. Ty ale musíš uvážít, že jsem byl pod přísahou!“

Na přednášce

Na Roentgenových přednáškách na univerzitě v Mnichově nebylo vždy právě ticho. Jednou Roentgen už ztratil trpělivost a vybuchl: „Kdyby pánové, kteří se spolu baví, přešli do stavu, v němž jsou studenti, kteří na mých přednáškách spí, jistě by to potěšilo ty, kteří si mne přišli poslechnout.“

Ocenění přístroje

Jak známo, Galileo Galilei, neplnil teploměr, jehož je vynálezcem, rtutí či lihem, ale vínem. Jeden takový přístroj poslal kterémusi svému kolegovi do Anglie i s návodem, jak se s teploměrem zachází. Po čase přišla odpověď: „Děkuji, víno je skvělé, pošlete další!“

Výklad

Jednou Rutherford, když přednášel posluchačům rozpad radia, řekl před obrazovkou, která se střídavě rozsvěcovala a zhasínala: „Ted' vidíte, že nic nevidíte. A proč nic nevidíte, to hned uvidíte.“

Kreslený humor:



Obr. 14.1. Malý medvěd a Velká medvědice

Závěrem lze říct, že humor do výuky fyziky patří, avšak musí být na úrovni, kultivovaný a přiměřený běžné populaci žáků i nadaným.

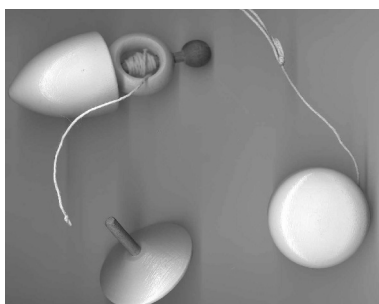
15 DIDAKTICKÉ HRY A SOUTĚŽE

Obdobně jako v případě humoru, hra a soutěž uspokojují prioritně jiné potřeby než potřeby poznávací. Hra a soutěž ve výuce působí především relaxačně, vyvolává a uspokojuje potřebu oddechu žáků jako jednu z primárních potřeb, ale také výrazně nepřímo (přes emoce) způsobuje i poznávací motivaci. Hra a soutěž může tedy vyvolávat a uspokojovat potřeby:

- smyslové a svalové aktivity,
- uznání a prestiže v kolektivu,
- seberealizace ve hře a soutěži,
- relaxace,
- poznávání.

Didaktická hra a soutěž obsahují určitou míru poznání. Hra a soutěž by však neměla být žákem prvoplánově vnímána jako vzdělávání (angl. edutainment), ale jako součást zábavně-vzdělávacích aktivit (angl. entertainment) (Němec, & Trna, 2007). Je nutné, aby žáci byli do těchto aktivit zapojeni spontánně, téměř instinktivně. Hry a soutěže tedy můžeme také zařadit mezi poznávací MVT ve fyzice, třebaže nepůsobí výrazně na vlastní poznávací potřeby žáků. Incentivy této techniky nejsou jen fyzikálního původu a jsou vhodné i jako relaxační vložka během výuky. Potřeba hry patří mezi významné potřeby každého člověka.

Dokladem motivační účinnosti hračky je i její komerční využití (obr. 15.1 a 15.2), jak pro děti, tak dospělé (jo-jo, klik-klak, různá kyvadla, rázostroje apod.).



Obr. 15.1. Dřevěné hračky



Obr. 15.2. Bublifuk

Existuje sada didaktických her a soutěží vhodných do výuky fyziky pro nadané i standardní žáky, a to především:

- Hra s hračkou
- Soutěživá hra
- Problémová hra

Mezi didaktickými hrami a soutěžemi ostré hranice. Mnohé soutěže např. zahrnují problémové hry. Jako příklad uvádíme:

Hra s hračkou:

Hračka v roli jednoduchého učební pomůcky (Reichel, 2005) stimuluje potřebu smyslové a svalové aktivity, kdy dochází především k relaxaci. Existuje mnoho komerčně vyráběných hraček. Hračka je obvykle speciálně upravený předmět, který má určitou specifickou vlastnost či funkci – např. pružnost, barvu, výrazné chování atd. Tím hračka motivuje děti a často i dospělé. Kromě relaxace, poznávání specifických vlastností dochází často i k nácviku manuálních i duševních dovedností.

Pružný míček (kulička):

Jde o velmi pružný gumový míček (kuličku), který po nárazu na zem vyskočí hodně vysoko a opakovaně se odráží. Fyzikální jev, který si hrající jedinec osvojí, je pružnost a pružný ráz těles, dále si může vytvořit správné prekoncepce pro porozumění zákonu odrazu a zákonu zachování mechanické energie.

Soutěživá hra:

Při organizování soutěživé hry je především nutné stimulovat sociální potřebu vyhrát a uspokojit tak především sociální potřeby prestiže v kolektivu.

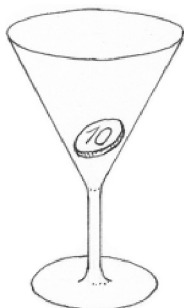
Povrchová blána na kapalině

Žák – reprezentant svého týmu (skupiny) opatrně vkládá do sklenice po okraj naplněné vodou drobné předměty (mince, kuličky) tak, aby voda ze sklenice nepřetekla. Soutěžním úkolem je vložit do sklenice co nejvíce předmětů bez přetečení. Vítězí ten soutěžící (družstvo), kterému se podaří vložit nejvíce předmětů. Při soutěži žáci pozorují jev povrchového napětí v kapalině a porozumí jeho zákonitostem.

Problémová hra:

Podstatou problémové hry je vyřešení určitého problému. Tato hra je vhodná zejména pro nadané žáky. Základem problému může být experiment, puzzle, trik apod.

Mince ve sklenici:



Malá mince je vložena do kónické sklenice (obr. 15.3). Problémovým úkolem je minci dostat ven ze sklenice, aniž sklenici nakloníme či se mince dotkne. Žáci přemýšlejí a zkoušejí zadání splnit. Řešením je roztočení sklenice na stole bez naklonění. Mince je uvedena do kruživého pohybu a po stěně sklenice při vyšších otáčkách ze sklenice vyletí na stůl. Žáci se tak aplikují své znalosti odstředivé síly.

Obr. 15.3. Mince ve sklenici

Zábavné vzdělávání v podobě soutěží a her je relativně nový obor vzdělání. Hodnocení motivační účinnosti těchto zábavně-vzdělávacích aktivit musí být založeno na kvalifikovaném stanovení poměru mezi vzdělávací a zábavní složkou dané činnosti, vztahující se k příslušné cílové skupině. Ne všechny produkty zábavného průmyslu, které jsou na trhu k dispozici, obsahují dostatečné vzdělávací funkce. Zábavná část často převažuje, jelikož je na základě marketingového hlediska více atraktivní. Existuje mnoho společenských i počítačových dalších her, které neobsahují téměř žádnou vzdělávací část.

Pro nadané žáky jsou speciálně organizovány soutěže, ve kterých poznávací složka jasně dominuje. K nejznámějším patří Fyzikální olympiáda.

16 APLIKACE FYZIKÁLNÍCH POZNATKŮ V TECHNICE A JINÝCH VĚDÁCH

Fyzikální představy, pojmy a zákony jsou díky své obecnosti užívány i v dalších vědách, technice a jiných oborech lidské činnosti. Tyto vědní a technické disciplíny jsou tak s fyzikou svázány interdisciplinárními vztahy, jejichž transformací do systému vyučovacích předmětů ve škole jsou mezipředmětové vztahy (Janás, 1985; Janás, 1988).

Názorným příkladem fyzikálních vědomostí a dovedností, kterých žák užívá v jiných vyučovacích předmětech, je soustava fyzikálních jednotek, měřicí metody (měření délky, plochy, objemu, času, teploty, hmotnosti atd.), vybrané fyzikální veličiny a zákony (látka, pole, hmotnost, hustota, rychlost, práce výkon, energie, teplo, zákony zachování hmotnosti a energie, termodynamické zákony aj.).

Z motivačního hlediska mohou fyzikální vědomosti a dovednosti žáků, uplatňované či uplatnitelné díky mezipředmětovým vztahům v jiných předmětech, vyvolat základní poznávací potřeby: stejné jako jiné fyzikální informace předávané ve fyzice. Jestliže však učitel fyziky při jejich uvádění připomene a vyloží i jejich význam v ostatních vyučovacích předmětech, zejména přírodovědných, může dojít k výraznému posílení motivace žáků. Podstata tohoto zesilovacího motivačního účinku je skryta v tom, že jsou vyvolány poznávací potřeby pro jiný předmět ve výuce fyziky, čímž se může posílit nízký počet zájemců o fyziku částí zájemců o chemii, biologii, matematiku atd.

Aplikační oblast fyzikálních znalostí je natolik široká, že zasáhne zájmová pole většiny žáků. Mnohdy si žák ani neuvědomuje, že je ve své zájmové sféře obklopen fyzikálními poznatky, pojmy a zákony, a že je využívá (např. ve sportu). Tak se interdisciplinární vztahy s fyzikou promítnou i do mimoškolních zájmových aktivit, zejména technických, odkud můžeme ve výuce fyziky čerpat další motivaci.

Aplikaci fyzikálních vědomostí v technice a jiných vědách můžeme tedy zařadit mezi mezipředmětové poznávací MVT ve fyzice s uplatněním mezipředmětových vztahů. Jednotlivé elementy a formy uvedené poznávací MVT lze různě klasifikovat – my jsme zvolili třídění podle vědeckých a technických oblastí, ve kterých fyzikální znalosti aplikujeme:

- (a) vědní obory hraničící s fyzikou: biofyzika, fyzikální chemie, astronomie, meteorologie aj.
- (b) ostatní přírodní vědy: chemie, biologie, geologie, fyzická geografie aj.
- (c) technické obory lidské činnosti: elektrotechnika, strojírenství, energetika, doprava, stavitelství aj.
- (d) další vědy a obory: ekologie, medicína, sport apod.

Užití uvedené poznávací MVT ve fyzice může být široké co do obsahu, vyučovacích metod a forem, ale i možnosti propojení s mimoškolní zájmovou činností žáků.

Fyzikálně nadaní žáci dovedou většinou využít své mimořádné dispozice i v dalších blízkých oborech, kam patří zejména technika a další přírodní vědy. Tak se tato poznávací MVT hodí pro motivaci a následný rozvoj jejich nadání.

Fyzika a biologie:

Dosavadní výuka, která na začátku tohoto století přisoudila fyzice a chemii pouze neživé objekty zkoumání, upevňovala představu, že fyzika se zabývá pouze neživými věcmi (Fenclová, 1982, s. 7). My se ale nyní přesvědčíme, že i na živých biologických objektech je možno vysvětlovat řadu fyzikálních jevů.

MECHANIKA

1. *Mečoun je nejrychleji plavající mořská ryba. Dosahuje rychlost 80 až 90 kilometrů za hodinu a svým mečem může prorazit i silný bok lodi. Proč si ryba při takovém nárazu neublíží?*

Odpověď: V hlavě ryby je na začátku mečovitě ploutve hydraulický tlumič. Skládá se z nevelkých dutin ve tvaru plástů naplněných tukem. Tyto plásty způsobují zmírnění úderu. Kromě toho má mečoun silné meziobratlové ploténky, které tlumí silné údery.

2. *V hustém lese nacházíme větrem vyvrácené stromy častěji než na volných prostranstvích, kde vítr fouká mnohem silněji. Jak to vysvětlíme?*

Odpověď: V hustém lese spodní větve stromů odumírají a koruna se nachází blízko nejvyšší části stromu. Těžiště stromu se přesouvá také nahoru a strom ztrácí stabilitu. Strom, který roste na volném prostranství, má korunu rozloženou níže. Těžiště takového stromu je blíže ke kořenům, proto strom lépe odolává náporům větru.

3. *Proč mohou ryby dýchat kyslík rozpuštěný ve vodě?*

Odpověď: Každý plyn přechází z místa s vyšším tlakem do míst s nižším tlakem. V krvi ryb je tlak kyslíku menší jako jeho tlak ve vodě, proto kyslík přechází z vody do krve, protékající přes kapiláry v žábrách.

4. *Všem je známo, že moucha domácí chodí volně po stropě. Pohybovala by se volně po stropě i ve vakuu?*

Odpověď: Ne, nepohybovala. Při pohybu po stropě potřebuje atmosférický tlak, protože má nohy zakončené malými přísavkami, pod kterými zředí vzduch a na stropě ji přidržuje tlaková síla okolního vzduchu.

5. *Jaký význam má pro rybu plovací měchýř?*

Odpověď: Plovací měchýř je orgán, který reguluje průměrnou hustotu těla ryby při jejím přemísťování do různých hloubek. Pomocí plovacího měchýře si ryby ve vodě udržují rovnováhu mezi tíhovou a hydrostatickou vztlakovou silou. Udržuje v něm tlak rovnající se tlaku v hloubce, ve které se právě nachází, a to stálým dodáváním kyslíku rozpuštěného v krvi do měchýře. Při pohybu nahoru kyslík z měchýře se postupně pohlcuje v krvi. Postupné čerpání kyslíku a jeho pohlcování jsou procesy velmi pomalé, proto se při rychlém vylovení ryby z velké hloubky kyslík nestačí v krvi rozpustit a rozpínající se měchýř rybu roztrhne.

TERMIKA

6. Proč se kachny rády zdržují ve vodě i za silného mrazu?

Odpověď: Teplota vody je za silného mrazu mnohem vyšší než teplota okolního vzduchu. Proto se kachna bude ve vodě ochlazovat méně než ve vzduchu.

7. Proč zpoceného koně za mrazu přikrývají?

Odpověď: Zpocený kůň spotřebuje mnoho tepla na odpaření potu. S tím souvisí ochlazení, které může být příčinou prochladnutí.

OPTIKA

8. Co by na filmovém plátně viděl hmyz, kdyby sledoval film?

Odpověď: Zkoumáním zraku hmyzu se zjistilo, že světelné impulsy by musely mít frekvenci až 300 Hz, aby je hmyz vnímal jako souvislé, nepřerušované světlo. Proto by hmyz na filmovém plátně pozoroval jen jednotlivé od sebe oddělené obrázky.

9. Některé organismy (např. larva komára) jsou tak průzračné, že je ve vodě nevidíme, jejich oči jsou však dobře pozorovatelné a mají tvar černých teček. Proč tyto organismy ve vodě nevidíme a proč nejsou průzračné i jejich oči? Jsou tyto organismy pozorovatelné i ve vzduchu?

Odpověď: Index lomu těla hmyzu je velmi blízký indexu lomu vody, zatímco index lomu oka se od indexu lomu těla odlišuje. Přes průhledné oči by světlo procházelo bez lomu, což by znemožňovalo utváření obrazů. Na vzduchu je možno tyto organismy pozorovat.

ATOMISTIKA

10. Kterí živočichové mají schopnosti registrovat radioaktivní záření?

Odpověď: Slimák (hlemýžď) je citlivým indikátorem radioaktivního záření. Je to „živý Geiger-Müllerův počítač“.

Tyto otázky a odpovědi, převzaté z (Varikaš V. M., Varikaš, I. M., & Kimbar, 1990) potvrzují bohatost biologické problematiky, ve které můžeme uplatnit fyzikální znalosti. Učitel fyziky však nemůže být odborníkem v řadě dalších disciplín, proto by bylo vhodné, aby užití této MVT měl usnadněno vydáním sbírek obdobných úloh, jako např. (Landau, & Kitajgorskij, 1966); Pelerman, 1959; Tarasow, 1988; Trna, 2005) aj.

17 FYZIKA A ŽIVOT ČLOVĚKA

Fyzikální vzdělání, stejně jako vzdělání vůbec, má přispět ke všeobecnému vzdělání především pro praktický život člověka. Z pozice motivace to značí, že by fyzikální vědomosti a dovednosti měly napomáhat při uspokojování různých druhů lidských potřeb – od primárních fyziologických, až po sekundární psychické potřeby, jež jsou společně zdrojem řady motivů, ovlivňujících každodenní chování člověka.

Poznávací motivace žáků ve výuce fyziky může být posílena, budeme-li jim poskytovat takové informace, které mohou bezprostředně či v budoucnu využít při uspokojování jiných potřeb. Přenos fyzikálních informací přímo do praxe nebývá tak častý, většinou dochází k jejich transformování prostřednictvím ostatních vyučovacích předmětů (biologie, ekologie, technická výchova apod.), ale i v rámci mimoškolních, často zájmových vzdělávacích aktivit (modelářství, motorismus, fotografování, ochrana životního prostředí aj.). Tyto skutečnosti nás vedou k zařazení využívání fyzikálních znalostí pro denní život žáků mezi poznávací MVT ve fyzice.

Pro praktické užití této poznávací MVT ve vlastní výuce fyziky je podle našeho názoru výhodné rozdělení vhodných fyzikálních informací do dvou skupin:

- (a) Fyzika a lidský organismus. Sem řadíme fakta použitelná ve vazbě na biologii, ekologii, zdravotěvu apod. Žáky seznamujeme s fyzikálními parametry lidského těla, které lze vyjádřit pomocí fyzikálních veličin, jednotek a zákonů. Významné jsou i vnější fyzikální podmínky pro udržení životních funkcí lidského organismu, včetně ochrany zdraví před negativními vlivy okolí (ozónová díra, hluk, vibrace aj.).
- (b) Fyzika v domácnosti, při zábavě, sportu apod. Žáky můžeme motivovat vysvětlováním fyzikální podstaty běžně užívaných zařízení v domácnosti – tepelné a světelné zdroje, dopravní prostředky, audiovizuální technika apod. Stále většího významu nabývají fyzikální informace o bezpečném, ekonomickém a ekologickém provozu těchto zařízení z pohledu fyziky. V domácnostech se razantně prosazuje ICT v podobě počítačů, mobilů aj.

Význam této poznávací MVT ve fyzice potvrzují i tendence, které se vyskytují v zahraničních školských systémech, tj. že cílem přírodovědného (tedy i fyzikálního) vzdělávání je připravit mladou generaci pro praktický život, zejména pro orientaci ve složitém světě techniky. S očekávaným vzrůstem pozornosti veřejnosti věnované udržení vlastního zdraví, ekonomice domácnosti a podnikání, ekologickým problémům a informačnímu růstu lze předpokládat přibývání významu této poznávací MVT ve fyzice. Je nesporné, že tato skutečnost bude vyžadovat po učitelích fyziky celoživotní sebevzdělávání a vyhledávání potřebných informací.

Měření na lidském těle:

Tato poznávací MVT umožňuje provést netradiční dělení fyziky podle lidských smyslů, jimiž vnímáme fyzikální objekty a jevy: mechanika – kůže, orgán rovnováhy, termika – kůže, akustika – sluch, optika – zrak; nutno doplnit částmi fyziky, pro které nám smysly chybí – elektřina, atomistika. Tak by bylo možno pojmout i některý z kursů fyziky na středních odborných školách zdravotních, zemědělských aj. Ověřili jsme systém zavádění fyzikálních veličin a jednotek pomocí parametrů lidského organismu:

Tab. 17.1. Měření na lidském těle

<i>Fyzikální veličina</i>	<i>Lidský organismus</i>	<i>Motivační postupy</i>
<i>délka</i>	<i>výška těla vstojе, výška těla vsedě, délka rozpažení</i>	<i>Z poměru výšky vstojе a vsedě lze určit druh postavy. Výška vstojе je přibližně rovna délce rozpažení.</i>
<i>hmotnost</i>	<i>hmotnost těla</i>	<i>Kombinací výšky a hmotnosti těla určíme míru obezity (BMI).</i>
<i>čas</i>	<i>doba/frekvence tepu srdce, doba/frekvence dechu</i>	<i>Závislost frekvence tepu a dechu na námaze.</i>
<i>teplota</i>	<i>teplota lidského těla</i>	<i>Pokusy na relativnost teploty, smyslové klamy. Regulace tělní teploty a rozvod tepla v těle.</i>
<i>objem</i>	<i>objem vzduchu v plicích, krve, moči, slin</i>	<i>Vitální kapacita plic a její závislosti na věku, výšce, pohlaví, sportu.</i>
<i>hustota</i>	<i>hustota těla</i>	<i>Plavání a potápění.</i>
<i>tlak</i>	<i>tlak krve</i>	<i>Závislost tlaku krve na námaze, poloze nebo ochlazení měřené končetiny.</i>
<i>elektrický odpor</i>	<i>elektrický odpor pokožky</i>	<i>Závislost elektrického odporu pokožky na vlhkosti.</i>
<i>optická mohutnost</i>	<i>optická mohutnost oka</i>	<i>Odhad a měření optické mohutnosti oka a jeho částí.</i>

Lidské tělo v problémových úlohách:

Jednou z forem užití poznávací MVT Fyzika a život člověka může být problémová fyzikální úloha, při jejímž řešení žáci pochopí fyzikální podstatu jevů, které jsou spjaty s lidským organismem. Jako příklad uvádíme několik problémových úloh tohoto typu, částečně převzatých z (Varikaš V. M., Varikaš, I. M., & Kimbar, 1990).

1. Proč je lehčí udržet se na hladině vody při koupání v moři než v řece?

Odpověď: Hustota mořské vody je větší než hustota vody říční. Podle Archimédova zákona stačí pro udržení rovnováhy mezi tíhovou a vztakovou silou působící na koupající se tělo v mořské vodě menší objem ponořené části těla. (hustota lidského těla)

2. Proč pociťuje člověk ve větších výškách na horách bolest v uších, kloubech a v celém těle?

Odpověď: Lidské tělo má mnoho dutin, které obsahují vzduch, například střeva, střední ucho apod. Tlak v těchto dutinách je vyrovnaný s okolním tlakem vzduchu. Po snížení okolního tlaku vzduchu dojde k rozpinání vzduchu uzavřeného v dutinách, čehož projevem je bolest stlačených orgánů. K těmto jevům se přidávají bolesti uvolňovaných kloubů, které drží pohromadě díky podtlaku v kloubním pouzdře a též vlivy obtížnějšího dýchání i problémy s tlakem krve. Proto je třeba organismus na změny tlaku postupně přizpůsobovat. (tlak)

3. Je pravdivé tvrzení, že se po koupeli díky teplotní roztažnosti objem nohou podstatně zvětší a je těžké si obout boty?

Odpověď: Tvrzení není pravdivé. Po koupeli se teplota těla příliš nemění (jen o 1 až 2 °C), navíc je součinitel teplotní roztažnosti lidského těla malý ($0,0001 K^{-1}$). Obtíže s obouváním a oblékáním jsou způsobeny návalem krve do končetin a zvýšením tření vlhké kůže o oděv či obuv. (součinitel objemové teplotní roztažnosti těla)

4. Proč se při česání suchých vlasů plastickým hřebenem zjeví vlasy?

Odpověď: Vlasy se zelektrují třením a nabíjí se tak stejným nábojem. Podle Coulombova zákona se souhlasné náboje odpuzují, proto se zjeví vlasy, na které jsou náboje pevně vázány. (Coulombův zákon)

5. Proč nemají být různé části trvalých zubních protéz zhotoveny z různých kovů?

Odpověď: V ústech je kapalné vodivé prostředí, které působí jako elektrolyt. Mezi různými kovy by v tomto elektrolytu vznikl elektrický potenciál a docházelo by k průchodu elektrického proudu (elektrolýze) spojené s přenosem iontů kovových částí, které by se uvolnily či rozpustily. (elektrolýza)

6. Proč ve vlhkém prostředí může člověka zasáhnout elektrický proud i tehdy, jestliže se dotkne skleněné baňky žárovky?

Odpověď: Ve vlhku se na povrchu baňky žárovky může vytvořit vodivá vrstvička, která při nesprávném zapojení fázového vodiče na závit žárovky (častá závada) může přivést napětí na baňku a může tak dojít k zasažení těla elektrickým proudem. (vodivost elektrolytů)

7. Které orgány a jak tvoří ve svém okolí magnetické pole?

Odpověď: Podél podrážděného nervu se na dobu 0,0005 sekundy vytvoří magnetické pole, jehož zdrojem je mikro-proud protékající nervem díky změnám nábojů molekul nervu. Magnetické pole tedy vzniká v okolí nervů, míchy a mozku. (magnetické pole proudovodiče)

8. Proč nevnímáme barevnou chybu oka jako optické soustavy?

Odpověď: Barvu přijímají čípkové buňky na sítnici, které nejsou příliš citlivé na světlo, proto při nízké intenzitě světla nevidíme barevně a barevná vada proto nevzniká. Při zvýšené intenzitě světla zornice zužuje paprsky pouze na osově, při kterých je barevná vada zanedbatelná. (osově paprsky)

9. Proč není lidské oko citlivé na ultrafialové záření?

Odpověď: Sítnice oka je na ultrafialové záření velmi citlivá, avšak čočka toto záření pohltí a na sítnici je nepropustí. (pohlcování záření)

10. Proč komáři a jiný hmyz napadají některé lidi víc než jiné?

Odpověď: Individuální vlastností lidí je intenzita tepelného vyzařování, kterou se od sebe lišíme. Hmyz je lákán větším tepelným zářením, které člověk vydává i při námaze. (tepelné vyzařování)

Představovaná poznávací MVT je blízká k poznávací MVT aplikace fyzikálních vědomostí v technice a jiných vědách. Je však specifická tím, že fyzikální vědomosti, které aplikuje, mají bezprostřední vazbu na každodenní praktický život člověka s uspokojováním jeho potřeb. Lze ji též uvádět jako jeden ze silných argumentů pro obhajování a zdůvodňování potřebnosti fyzikálního vzdělání jako všeobecného vzdělání celé populace. V praktické výuce je tato poznávací MVT velmi vhodná při vytváření integrovaných přírodovědných výukových projektů (Trna, & Trnová, 1997). Díky své motivační univerzálnosti je vhodná pro nadané i standardní žáky.

18 HISTORIE OBJEVŮ A OSUDY VÝZNAMNÝCH FYZIKŮ

Součástí historie lidstva je i posloupnost fyzikálních objevů a osudy významných fyziků. Historické prvky ve výuce fyziky, které využívají historii fyziky a její osobnosti, můžeme považovat za poznávací MVT ve fyzice. Tato poznávací MVT využívá již vytvořený zájem žáků o dějepis. Má možnost působit na nemalou skupinu humanitně zaměřených žáků, kteří jinak cestu k fyzice naleznou jen těžko. Nelze uvažovat o přetvoření poznávacího zájmu o dějepis v zájem o fyziku, může však dojít k potlačení odporu k fyzice a emotivním působením můžeme u žáka vytvořit pozitivní vztahy a uznání významu fyziky pro člověka.

Výhodou této poznávací MVT je existence historie fyziky jako vědy na hranici mezi fyzikou a historií. Tato věda si sama klade jako jeden z cílů podíl na vzdělávání a výchově (Malíšek, 1986, s. 8). Učitel fyziky má tak k dispozici řadu zdrojů, odkud může historické prvky čerpat, např. monografie (Jílek, Kuba, & Jílková, 1977; Malíšek, 1986; Zajac, & Šebesta, 1990 aj.), řadu článků a studií ve fyzikálních, fyzikálně didaktických i populárně vědeckých časopisech. Mnoho cenných informací se skrývá i v poznání metod a cest fyzikálního bádání. Emotivní působení na žáky můžeme nalézt v lidských osudech významných fyziků a vynálezců. Přestože faktografického materiálu má učitel fyziky poměrně hodně, chybí jeho kvalitní didaktické zpracování a organické zapojení například do učebnic.

Autoři učebnic fyziky používají tuto poznávací MVT obvykle ve formě dobových obrazů vynálezů, podobizen fyziků, jejich životopisných dat – tedy většinou popisných faktografických údajů. Méně často se setkáme s přiblížením fyzika jako člověka s jeho pozicí v tehdejší společnosti. Výjimkou jsou některé učebnice, ve kterých je historický přístup použit jako důležitý didaktický princip. Z motivačního hlediska však encyklopedické informace o historii fyziky nestačí, je třeba je doplnit např. o:

- (a) příběhy ze života fyziků, kdy své objevy uskutečnili nebo je přímo v praxi použili,
- (b) zasazení životních osudů fyziků a jejich objevů do příslušné historické etapy – jak žili, co si oblékali, jak vycházeli se světskou i církevní mocí, jejich kontakty s uměním apod.,
- (c) seznámení s fyzikálními objevy – přístroji, zařízeními v jejich dobové podobě – výstavky historických pokusů, popisy a obrázky atd.,
- (d) sestavení časové historické osy ne podle panovníků či válečných událostí, ale podle fyzikálních objevů a osobností,
- (e) sledování udělování Nobelových cen (i dalších ocenění) u současných fyziků a jejich objevů,
- (f) vyhledávání českých fyziků (či emigrantů českého původu a cizinců pracujících u nás), jejich objevů a životních osudů.

Stejně jako i u ostatních poznávacích MVT užívaných ve výuce fyziky musíme dbát na přiměřenost obsahu i rozsahu historických prvků. Užití historických prvků je široké, může se s úspěchem vyskytnout jako součást expozice učiva (historické pokusy, názvy jednotek podle jmen fyziků atd.), při fixaci a diagnostice (úlohy založené na historických pokusech a problémech), mezipředmětových vztazích (historická spolupráce fyziků, chemiků, biologů aj.) apod.

Historie fyzikálních objevů a osudy významných fyziků:

(1) Archimédův zákon (příběh objevu a užití fyzikálního zákona)

Vládcе města Syrakus dal jednou zlatníkovi kus zlata, aby mu z něho udělal královskou korunu. Když pak korunu dostal, připadalo mu, že zlatník část zlata sebral a nahradil stříbrem. Protože znal Archimédovu učenost, zeptal se ho, jak by se to dalo s určitostí zjistit. Archimédes o tomto problému přemýšlel a jednou, když se ve veřejných lázních koupal, si všiml, že jeho tělo je nadlehčováno silou tím větší, čím více je ponořeno do vody. Hned ho napadlo, co to znamená. Vyběhl pryč z vany, nahý běžel ulicemi domů a volal „Heureka!“ – to v řečtině znamená „Objevil jsem!“. Doma dělal další pokusy a zjistil, že když jsou stejně těžké kusy zlata a stříbra ponořeny do vody, už stejně těžké nejsou. Každý má jiný objem, vytlačí jiné množství vody, a na každý proto působí jiná vztlaková síla. Protože stříbro má větší objem než zlato, je pod vodou nadlehčováno víc a zdá se tak lehčí. Když tedy král na rovnoramenných váhách váze vyvážil korunu zlatem a pak vše ponořil do vody, zlato převážilo korunu, a tak bylo dokázáno, že při její výrobě bylo použito stříbro místo zlata. Pokus udělali a zlatník byl shledán vinným a potrestán.

Zpracováno podle (Macháček, 1991, s. 36).

(2) Galileo Galilei (životní osudy vědce)

Dramatický život Galilea Galileiho (1564–1642) začíná v Pise v rodině zchudlého šlechtice zabývajícího se prodejem sukna, vyučováním hudby a hudební teorie. Otec chtěl mít z nadaného chlapce lékaře a poslal ho proto již v 17 letech na univerzitu v rodném městě. Galileimu se však natolik znelibily autoritářské metody na fakultě, že rezignoval na medicínu, ač z ní kynuly asi desetkrát větší příjmy než z funkce profesora matematiky, jímž se pak stal.

Již za studií matematiky, které si zvolil, vynalezl metodu zjišťování hustoty látek pomocí jím modifikovaných vah. To mu vyneslo takový věhlas, že byl povolán za profesora matematiky v Pise. Tam se zabýval studiem nakloněné roviny a volným pádem. Protože nebylo přesných hodin, použil jako metody měření času vážení hmotnosti vody vyteklé otvorem během doby pádu těles, a tak zjistil, že dráha těles při pádu je úměrná čtverci času, a to nezávisle na tíze tělesa. Osudným se mu stalo to, že toto neslýchané novum přičítací se tezím aristoteléské mechaniky uveřejnil, a to nikoli latinsky, ale živou italštinou a že výsledky dokonce demonstroval před celou univerzitou i před veřejností. Tím dokázal, že profesori učí na univerzitách po staletí nesmysly, když říkají, že těleso padá tím rychleji, čím je těžší. Příležitost k pomstě se profesorům naskytla brzy sama: Galilei byl požádán o posudek na návrh bagru k hloubení dna přístavu – byla to snad první žádost tohoto druhu v dějinách. Návrh byl evidentně chybný, což věděli profesori i Galilei. Říci pravdu však pro něj znamenalo ztratit místo, neboť autorem návrhu byl sám syn velkovévody, kterého nebylo možno „urazit“; schválit návrh znamenalo ztratit autoritu i místo (po realizaci návrhu). Říci, že věci nerozumí, nebylo možné proto, že profesorský sbor velmi rád doporučil svého nejmladšího člena jako nejkompetentnějšího, nejzkušenějšího v technických otázkách a dokonce ve veřejných demonstracích nebývalých pokusů. Galilei zvolil první možnost, napsal pravdu – a vzápětí se ocitl ve službách Benátské republiky (1592); byl ustanoven profesorem v Padově, kde setrval po dobu osmnácti nejproduktivnějších a nejšťastnějších let svého života. V badatelské práci ho však zdržovaly časově náročné povinnosti uni-

verzitního profesora a znechucovalo ho, že v rozporu se svým přesvědčením i nadále musí učit aristotelovskou fyziku a Ptolemaiovu soustavu.

Volně upraveno podle (Mališek, 1986, s. 87–89).

(3) Fyzika v Česku, čeští fyzikové (podíl českých vědců na rozvoj fyziky)

K významným českým fyzikům patřil Johannes Marcus Marci z Kronlandu (1595–1667), česky Jan Marek. Od roku 1630 byl profesorem a od roku 1662 rektorem pražské Karlovy univerzity. Sice už bylo pobělohorské období, ale přesto navazoval na svobodný vědecký život za Keplerova působení. Vyřešil úlohu centrálního rázu těles a objevil disperzi světla při lomu. Prvním Evropanem, který postavil bleskosvod, byl v roce 1754 katolický kněz Prokop Diviš (1696–1765), vlastním jménem Divišek. Profesor fyziky na Karlově univerzitě Čeněk Strouhal (1850–1922) zkoumal generaci zvuku třením, bylo po něm pojmenováno Strouhalovo číslo. Problematickou elektřiny a magnetismu se zabýval profesor fyziky František Adam Petřina (1799–1855), jeho odkaz nám připomíná zajímavé zařízení – Petřinova pružina.

Upraveno podle (Mališek, 1986, s. 8; Zajac, Šebesta, 1990; Kolomý, 1976 aj.).

Čeští fyzikové sklízí úspěchy i v současnosti. Inženýr Armin Delong je světově uznávaným zakladatelem elektronové mikroskopie. Byl oceněn v roce 1958 na světové výstavě EXPO v Bruselu zlatou medailí za svůj prototyp stolního elektronového mikroskopu.

Uvedená poznávací MVT může nabývat řady forem. Naše praktické zkušenosti pro-
věřily účinnost maximálního podílu žákovské aktivity, a to formou doma připravených
referátů, přiblížení osobností jejich životními osudy, zajímavostmi z realizace objevů,
popisem doby a dění ve světě v čase života fyzika či uskutečnění objevu, vlivu fyzikál-
ních objevů na vývoj společnosti atd. U běžné žákovské populace využíváme zejména
jejich případnou motivaci pro dějepis. Zajímavou motivační složkou této poznávací MVT
u nadaných žáků je jejich ztotožnění s osudy významných vědců a dokonce s příkladem či
ztotožněním s nimi („Jsem možná malý Einstein.“).

19 INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE

Informační a komunikační technologie (ICT), zejména v podobě počítačů, internetu a mobilních telefonů, jsou již zcela organickou součástí našeho života. Tato technická oblast se však trvale překotně rozvíjí, a tak láká svou novostí především mladší generaci, tedy žáky – nadané i nenadané pro fyziku. Od prvotního využití ICT na uspokojování potřeb her a zábavy se dnes stává ICT nedílnou součástí vzdělávání ve škole i doma. Vyrůstá tzv. Net generace, která má specifické vzdělávací potřeby (Trnová, 2011b). Využití ICT ve výuce fyziky může mít různé formy: počítačem řízené experimenty demonstrační i laboratorní, numerické a grafické zpracování měření a fyzikálních úloh, dynamické modelování fyzikálních procesů, výukové programy na fixaci učiva, diagnostika a hodnocení fyzikálních znalostí, informační databáze, případně interaktivní výukové programy, vyhledávání dat na Internetu, dálkově pomocí Internetu řízené experimenty, komunikace fyzikální problematiky na sociálních sítích, ukládání videozáznamů experimentů na Internet atd.

Zhodnotíme-li užití ICT z hlediska vytváření motivace žáků ve výuce fyziky, docházíme k závěru, že můžeme hovořit o další poznávací MVT. Např. I. Fialová (1991, s. 173) uvádí jako první ze zásad aplikace počítačů ve výuce motivaci žáků výukovým programem. Užití ICT ve výuce fyziky je totiž komplexní incentivou, vyvolávající nejen potřebu smyslové aktivity, kterou vyvolává svítící monitor a klávesnice. Možnosti ICT totiž dávají učitelé fyziky do rukou prostředky, jak propojit tento technický výukový prostředek s dalšími MVT, a tak dotvořit komplexnosti incentive, jež aktualizuje další poznávací potřeby – získávání informací, systematizace poznatků, řešení problémů, ale i sociální potřeby – dosažení úspěchu a zejména vyhnutí se neúspěchu, komunikace s kolegy. Například při diagnostice nemají žáci většinou takové obavy před počítačem jako před živým učitelem. Zefektivnění výuky a odstranění nemotivujících činností žáků i učitele umožňují počítače odstranit rutinních činnosti jako je numerické řešení úloh, tvorba grafů, zkoušení aj.

V praktickém užití uvedené poznávací MVT je však třeba dořešit technologické problémy s hardwarem, softwarem a přípravou učitelů. Do škol se dnes dostává vhodný počítačový hardware a software určený do výuky fyziky, internetová síť je k dispozici v mnoha fyzikálních učebnách a domácnostech žáků.

Informační a komunikační technologie (ICT) přinesly do výuky řadu nových možností (Dvořák, Dvořáková, Kekule, & Svoboda, 2008; Trnová, 2010). ICT se dají velmi efektivně využít např. v oblasti jednoduchých experimentů s jednoduchými pomůckami. Pokusme se uvést některé z možností:

- *Videopořady s jednoduchými experimenty:*
Jednoduché experimenty je možno demonstrovat pomocí promítání videozáznamu (videopořadu). Projekce těchto pokusů může být využita v různých fázích hodiny např. jako:
 - úvodní i průběžná motivace žáků,
 - doplněk demonstračních reálných experimentů (šetření času),

- instruktáž pro následné žákovské experimenty,
- promítání experimentů bez zvuku s komentářem žáků ve fixační a diagnostické fázi atd.
- *Jednoduché experimenty na Internetu:*
Řada webových stránek obsahuje ukázky jednoduchých experimentů. Toho je možno využít při fixační fázi výuky, kdy žáci sami vyhledávají tyto experimenty, pak je prezentují ve třídě nebo je používají jako inspiraci při vytváření vlastních modifikací experimentů.
- *Nahrávky žákovského experimentování:*
Pro motivaci i prožitkovou část výuky je možné pomocí videokamery zaznamenat vystoupení jednotlivých žáků při demonstracích jednoduchých experimentů. Tyto záznamy je pak možno s žáky analyzovat z fyzikálních i technického hlediska. Dále je možno zařadit zdařilé do databáze videozáznamů a používat je v postupu (a).
- *Instruktaže k experimentování:*
Fotografie nebo krátké videonahrávky (klipy) doplněné popisem a instrukcemi k provádění experimentů mohou sloužit žákům (ale i učitelům) jako návody k provádění jednoduchých experimentů a k výrobě jednoduchých pomůcek. Výhodné je využití PP prezentací na počítačích a data-projektorech.
- *Webové prezentace:*
Vytvořené fotografie či klipy je možno umístit na webové stránky školy. Tak je možno realizovat projekt prezentace práce žáků v oblasti jednoduchých experimentů. Tato MVT si vyžaduje podrobnou analýzu a další výzkum. Obtížnost prognózy motivační účinnosti užití PC ve výuce fyziky je dána nejen krátkostí dosavadní aplikace ve výuce fyziky, ale též prudkým vývojem počítačů.

Nadaní žáci dovedou nadstandardně využívat ICT v řadě směrů. Učitel by měl být přiměřeně vzdělán a připraven pro tyto aplikace ICT jak pro standardní, ale především nadané žáky. Nadaní žáci mohou využívat ICT aktuálně v těchto oblastech:

- *Počítačem řízené experimenty:*
Existují sady sond a dataloggerů na získávání dat přímým i distančním měřením.
- *Applety:*
Softwarové komponenty v grafickém prostředí (Java applety) ve formě 3D modelů, demonstrací experimentů apod.
- *Informační databáze:*
Vyhledávání informací na webových stránkách fyzikálních organizací a výzkumných center (NASA, ESA, CERN aj.) a ve specializovaných databázích.
- *Webové výpočetní a grafické služby nových vyhledávačů, dataloggery:*
Specializované webové vyhledávače (např. projekt Wolfram Alpha) a webové aktivní databázové služby umožní získávat velmi specializovaná data vědecké hodnoty.

Příkladem ICT aplikace do výuky fyziky je multimediální fyzikální experiment (Trna, & Krejčí, 2012), který umožňuje zasáhnout do jeho průběhu, což umožňuje nejen určit tempo výuky či počet opakování dle individuálních vzdělávacích potřeb žáka, ale i volbu

postupů či času výuky. Je vhodné kombinovat aplikaci video nahrávek s reálnými experimenty či jinou vlastní aktivitou žáka. Důležitým úkolem multimediálního fyzikálního experimentu je především rozvíjet žákovu aktivitu, samostatnost a tvořivost. To je významný motivační prvek zejména pro nadaného žáka. Nasazení multimediálního fyzikálního experimentu do výuky by mělo žáky aktivizovat, nesmí jen pasivně vnímat. Vhodná aplikace multimediálního fyzikálního experimentu ve výuce fyziky může zvýšit oblibenost předmětu a zefektivnit rozvoj nadání žáka. Jako ukázkou lze uvést multimediální experiment, prezentovaný na webové databázi (Krejčí, 2012):

Fyzikální experimenty
Online databáze experimentů i úkolů

Mechanika Termika a molekulová fyzika Kiny a vlny **Elektromagnetismus** Optika Atomistika Ostatní

Elektromagnetismus

- Interakce magnetu s cívkou a proudem
- Magnet součástí v cílce
- Centrální experiment - polehání v magnetickém
- Operační experiment - hnutí se křivkami pólů
- Elektromagnetická síla a zátěž
- Významná síla působení dvou vodičů v proudu
- Významná síla působení dvou sítí v proudu
- Alternátor - střídavý generátor
- Základ v proudu v magnetickém poli
- Vodič v proudu v magnetickém poli
- Elektromagnetická levitace**
- Elektrický zvon - střídavý
- Princip měřičů přetěžky - cívka nahradí magnet
- Princip měřičů přetěžky - cívka s měřicími jádry
- Princip měřičů přetěžky - dva vodičky v síle cílky
- Magnetická pole sítí v proudu
- Magnetická pole zářky v proudu
- Elektromagnet
- Střepaný elektromotor
- Elektromagnetická indukce
- Homopólní motor - s měřičem
- Homopólní motor - dílničný
- Motory z kancelářských spínačů
- Dynamo - dependenci generátor

Přidání v této kategorii: 24

Elektromagnetická levitace

Tento experiment demonstruje elektromagnetickou levitaci.

Výsledné cíle motivací:

Požadované pomůcky:

- dva měřičové kroužky
- dva kusy jádra
- rezistor 40 Ω
- váleček 10Ω
- cívka 200 závitů
- střídavý zdroj 120V
- správná vodička

Schéma experimentu

Autorovi schéma je k dispozici na stránce

Postup postupu

Sestavíme sílovou zářku je zavedena do cílky a ta je zavěšená přes rezistor připojena ke zdrojům střídavého napětí. Do cílky je vložen kroužek pomocí sílové zářky sestavené zářky.

Seznamte se s cívkou a zátěží kroužek měřičů nastavíme nad cívkou.

Přes odpor proud klesne kroužek zpět do původní polohy.

Přes nastavení výšky magnetu a odporu kroužek vzhůru vzlétne.

Vyvěštění

V rozložení se v síle cílky, kdy kolem sílky začne směřovat magnetická pole, indukovaný proud a ten, podle Lenzova zákona, jediné účinné síle, která se opíše. Cívka sama se nespíná, takže se jedná o cílku a ten se bude cílky a kroužek nastavením odporu. Kroužek se po cílce zafixuje, protože je prochází proudem sílové proud.

Video experimentu

Fyzikální integrace

Sílové proudy indukované v proudu proudu Lenzův zákon: Indukovaný elektrický proud v uzavřeném obvodu má takový směr, že napr. magnetickým polem působí proti změně magnetického indukčního toku, která je jeho příčinou (např. když tento proud vytváří).

Poznámka

Chcete bezpečnostní práce, kroužek je velmi silně vyvěšen!

Sdílet tento experiment

Tento experiment přidán 14. 4. 2012 uživateli Jan Krejčí a editován 14. 4. 2012 uživateli Jan Krejčí

Obr. 19.1. Elektromagnetická levitace

Důležitým nástrojem pro vyučování učitelů a učení se žáků je v dnešní době webová databáze multimediálně zpracovaných experimentů. Samozřejmou nutností je, aby tyto experimenty byly vědecky správné, technicky dobře provedené a zejména připraveny po didaktické stránce k efektivnímu využití pro nadané i standardní žáky.

20 VĚDECKOFANTASTICKÁ LITERATURA A FILM

Vědeckofantastická literatura (science-fiction, sci-fi) zahrnuje široké spektrum literárních děl různých forem (nejčastěji povídek a románů) s různou literární hodnotou. Jako MVT ve výuce fyziky lze použít díla (nejlépe krátké povídky, či úryvky) těch autorů, kteří jsou fyzikálně vzděláni (např. A. C. Clarke aj.), či těch, kteří dodržují fyzikální vědecké principy. Těmto dílům říkáme „hard sci-fi“ (Neff, & Olša, 1995). Nelze však odmítnout ani díla, kde se setkáváme s čistou fantastikou i bez dodržování platnosti fyzikálních zákonů. Sci-fi je totiž na prvním místě literární žánr, umělecký způsob vnímání skutečnosti. Právě tím se však může stát ideálním mostem mezi oblastí přírodovědnou (technickou) a humanitní.

Učitel fyziky může využívat tato díla přímo ve výuce (úryvky, nahrávky či předčítání, dramatizace) nebo jako součást domácí přípravy, či jen prosté informace o existenci sci-fi. Některé úryvky sci-fi s fyzikální konkrétní problematikou lze užít i jako součást problémové fyzikální úlohy, paradoxního jevu či motivačního zdroje pro besedu o fyzikálním jevu. Tato poznávací MVT zahrnuje i filmové zpracování sci-fi literárních předloh. Nelze opomenout módnost sci-fi tematiky a též její rozšířenost zejména ve filmovém zpracování, včetně zájmových sci-fi klubů atd. Předpokladem užití této poznávací MVT je dobrá znalost díla učitelem fyziky.

Zkušenosti s nadanými žáky dokládají účinnost této motivační techniky. Někteří tito žáci se stávají autory sci-fi příběhů či naopak silnými kritiky sci-fi děl s nevědeckými prvky.

Příklady autorů hard sci-fi literatury:

P. Anderson, I. Asimov, S. Baxter, A. C. Clarke, H. Clement, G. Egan, R. A. Heinlein, S. Lem, A. Reynolds, J. Verne.

Příklad hard sci-fi filmu:

2001: Vesmírná odysea (režie: S. Kubrick; scénář: S. Kubrick a A. C. Clarke; natočeno 1968)

Vědecko-fantastická literatura a film jako poznávací MVT se nachází na rozhraní mezi vědou a uměním. Motivaci žáků můžeme posílit emoční stránkou vědecko-fantastického díla, zejména u standardního žáka.

Jako ukázka propojení vědy a umění může sloužit výstup úlohy pro žáky (15 let): „Nakresli Mimoszemšťana“:



Obr. 20.1. Mimoszemšťan

21 FYZIKA A UMĚNÍ

Fyzika a umění jsou zdánlivě dosti vzdálené oblasti. Přitom mohou být ve svém propojení významnou poznávací MVT, zejména pro žáky s humanitním zaměřením. Nadaní žáci pro fyziku zde mohou získat oblast pro vyrovnání svých speciálních vědeckých dispozic v oblasti umění, jak tomu bylo u řady významných fyziků. V krásné literatuře, filmu, hudbě, poezii, divadle či ve výtvarném umění můžeme narazit na prvky fyzikálního pohledu na svět, a to v přímé podobě prezentace skutečností, uměleckých technologií založených na fyzikálních znalostech nebo jen na úrovni inspirace. Bez fyzikálních objevů by nevznikl film, televizní umění, videoprogramy, rozhlasové programy, umělecké fotografie atd. Vznikají životopisná díla o významných fyzicích (G. Galilei, T. A. Edison, M. Curie, A. Einstein aj.), jak literární, tak filmová i divadelní. Fyzikální zařízení, jejich aplikace a objekty výzkumu jsou též předmětem zájmu umělců (vesmír, Slunce, Měsíc a planety). Fyzika a její aplikované a příbuzné vědy si naopak volí terminologii z umění (astronomie, kosmologie apod.).

Vlastní realizace této poznávací MVT může mít různé formy – předvádění ukázek fyzikálních prvků v uměleckých dílech ve výuce, společné exkurse a návštěvy představení, doporučování vybraných uměleckých děl aj. Připomínáme silný podíl emočního zbarvení této MVT, což může významně napomoci k zesílení motivačního působení na osobnost žáka. Málokoho nezaujme umělecky ztvárněný osud G. Bruna, zápas M. Koperníka a G. Galileiho za pravdu o sluneční soustavě, životní cesta madam Curie, Čapkův Krakatit a R. U. R., výtvarná a hudební díla inspirovaná pohledem na hvězdnou oblohu ve spojení se starořeckými bájemi apod. Tato poznávací MVT předpokládá dostatečně hluboký kulturní přehled učitele fyziky.

Umělecké dílo, ať výtvarné, hudební či literární má svoji individuální působivost. Je proto obtížné provádět výzkumy efektivnosti motivační účinnosti této poznávací MVT, stejně jako uvádět příklady univerzálně působících prostředků této motivace. Dostáváme se tak na hranici mezi motivací a emocemi, které společně ovlivňují oblast postojů žáků. Emočnímu působení ve výuce fyziky se v této práci podrobněji nevěnujeme.

Literární díla:

Mezi básnická díla, která byla inspirována zejména bouřlivým rozvojem techniky počátkem našeho století, patří Edison V. Nezvala, Na vlnách TSF J. Seiferta a Zpěvy drátů S. K. Neumana.

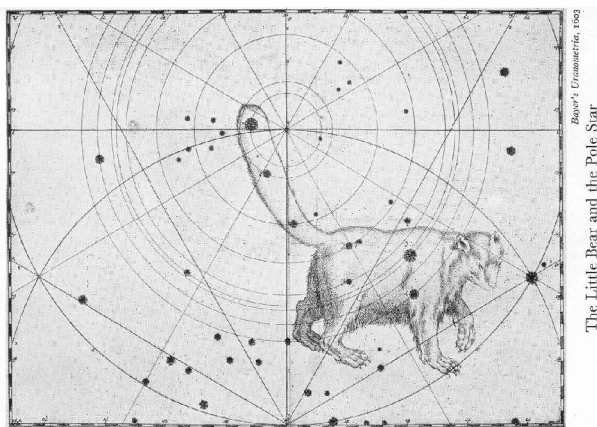
Prozaická díla byla inspirována osudy fyziků: Tvrdohlavá Marie A. Zhoře (M. Curie) nebo Bronzová spirála Z. Pluhaře (J. Ressel). Někteří autoři se nechali unést silou ducha vynálezců a významem vědy pro člověka: Podivuhodný svět J. Verna V. Neffa, Newton by se divil Fr. Běhounek aj. Další byli okouzleni technickými aplikacemi fyzikálních objevů: Král železnic a Dědeček automobil A. Branalda. Někteří umělci měli i osobní zkušenosti s technikou: Rozhlasové umění Fr. Kozíka a mnohé lákala fyzika jako zdroj fantazie: Newtonův mozek J. Arbese. V naší ukázce jsme zvolili záměrně české autory, abychom doložili existenci fyzikální tematiky a inspirace i v našem umění. Světová literatura nabízí řadu dalších děl, která mohou konkretizovat uváděnou MVT ve fyzice.

Forma užití uměleckých děl odpovídá jejich druhu a též dané situaci a podmínkám ve vlastní výuce. Opět jde o motivaci doplňkovou, přesto významnou. Působí nejen na esteticky zaměřené žáky, dovede strhnout a motivovat i nadané se zájmem o fyziku, kteří jsou často překvapeni uměleckými sklony svých vzorů – významných fyziků (A. Einstein, M. Feynman aj.).

Starověké báje:

Velká Medvědice a Malý Medvěd:

Manželství boha Dia s bohyní Hérrou nebylo ideální. Héra velmi žárlila na krásné pozemšťanky, které se líbily jejímu manželovi. Jednou z nich byla princezna Kallistó, které se narodil Diův syn. Héra ji proměnila v medvědici, která bloudila v lesích. Jednoho dne ji na lovu potkal její syn, který nevěděl, že potkal svoji matku a chtěl ji zabit. Zeus tomu v poslední chvíli zabránil a oba dva přenesl na oblohu v podobě souhvězdí.



Obr. 21.1. Souhvězdí (James, 1931)

Výtvarná díla:



National Gallery, London

Obr. 21.2. Zrození Mléčné dráhy od Tintoretta (James, 1931)

22 CITÁTY VÝZNAMNÝCH FYZIKŮ

Citáty významných fyziků patří do skupiny historických prvků, které působí jako výrazná mezipředmětová motivace s emotivním zabarvením. Výhodnější, než pasivní přijímání od učitele, je samostatné vyhledávání (mimo výuku) citátů v literatuře. Ze strany učitele je vhodné doplnit komentářem obsah citátu, případně připomenout dobu, ve které vznikl. Není třeba se obávat vzdálení od fyzikální tematiky i k problematice společenské a obecně humanistické. Citáty jsou často dokladem vysokých a všestranných kvalit osobností fyziků (B. Pascal, A. Einstein aj.), žákům přiblíží fyziky – vědce jako lidi a významné historické osobnosti. Vyšší účinnosti dosahuje tato poznávací MVT na střední škole. Vyhledání a prezentování citátů žákem je vhodné ocenit. Pro nadané žáky mohou sloužit citáty pro dotvoření jejich emoční složky nadání, které nebývá věnována pozornost. Je třeba upozornit na ověření autentičnosti a přesné formulace citátů.

Citáty:

Všechno štěstí závisí na odvaze a práci. (B. Pascal)

Srdce má své důvody, které rozum nezná. (B. Pascal)

Člověk nemá přátel, jen jeho úspěch má. (B. Pascal)

Jenom život, který žijeme pro ostatní, má smysl. (A. Einstein)

Hodnocení člověka má vycházet z toho, co dává, ne z toho, co je schopen získat.

(A. Einstein)

23 FILOZOFICKÉ ASPEKTY FYZIKY

Období školní docházky (zvláště adolescence) je obdobím hledání odpovědí na otázky vztahující se k existenci člověka na Zemi, smyslu žití, poznatelnosti světa, vývoje lidské společnosti atd. Řešení těchto problémů mají žákům napomoci některé společenskovědní vyučovací předměty jako je občanská výchova, základy filozofie, ekonomie aj. Filozofie je však jádrem těchto vyučovacích předmětů jako věda usilující o postžení obecných zákonitostí vývoje světa, společnosti a myšlení. Vzájemná souvislost fyziky a filozofie je nesporná, historicky podmíněná. Bez dobrého porozumění nejvýznamnějším fyzikálním zákonům, výzkumným metodám a historii fyzikálního poznání lze jen stěží řešit filozofické problémy. Toho by si měli být vědomi nejen učitelé uvedených společenskovědních předmětů, ale též učitelé fyziky. Právě zde je totiž skryta možnost využití mezipředmětové vazby k motivaci žáků se zájmem o filozofii aj. i pro fyziku. Zkušenost ukazuje, že tato poznávací MVT (jako doplňková motivace) není téměř vůbec využívána – dokladem je i minimální znalost maturantů o roli fyziků – filozofů, o významu fyzikálních objevů ve vývoji společnosti atd. Nadaný žák pro fyziku má tak možnost si dotvořit holistický obraz světa a může vyniknout i ve společensko-vědních předmětech.

Uvedme, které filozofické aspekty fyziky je možno neefektivněji využít při motivování žáků ve výuce fyziky:

- (a) historicky podmíněná souvislost fyziky a filozofie (společný původ obou věd),
- (b) přínos fyziků – filozofů pro obě vědy (R. Descartes, I. Kant, P. S. de Laplace aj.),
- (c) vliv fyzikálních objevů na vývoj filozofie a naopak (Aristoteles, M. Koperník, I. Newton, E. Mach aj.),
- (d) existence společné pojmové struktury (hmota, prostor, čas, pohyb, klid, zákonitost, příčinnost atd.),
- (e) vliv fyzikálních objevů na vývoj lidské společnosti (kolo, parní stroj, spalovací motor, elektromotor, jaderný reaktor a bomba atd.),
- (f) role osobností fyziků ve vývoji lidské společnosti (G. Galilei, I. Newton, B. Franklin, A. Einstein aj.).

Jako příklady této poznávací MVT mohou sloužit:

Mikoláš Kusánský (1401–1464) – (přínos fyzika pro filozofii)

Byl synem zámožného loďaře a vinaře z Kues nad Moselou. S otcem se však rozešel a věnoval se plně církevní politice. Jednal např. s Čechy jménem basilejského koncilu, s Řeky o sjednocení s Římem a stal se posléze kardinálem. Je zajímavé, že žil v klidu a slávě, ač hlásal prakticky tytéž ideje, za které byl r. 1600 upálen G. Bruno. Jako vysoký církevní činitel měl ovšem cestu ke vzdělaným otevřenou a jeho dílo mělo po dlouhou dobu rozhodující vliv na všechny dříve jmenované i další badatele, např. na Leonarda da Vinci. K jeho převratným idejím patří nejen obecně významná teze coincidentia oppositorum, tj. idea o jednotě protikladů, jejíž modifikace se stala později páteří dialektiky Hegelovy a Marxovy, ale zejména čtyři ideje fyzikálního obsahu: 1) idea o relativnosti pohybu (vše je ve vzájemném pohybu, nelze tedy rozhodnout, zda např. se pohybuje břeh či loď);

2) idea o nekonečnosti vesmíru (ani sféra stálic neodděluje náš svět vezdejší od světa nebeského, svět je všude téže podstaty a je nekonečný); 3) ve shodě s prvou tezí také nelze předpokládat, že by Země samojediná byla v absolutním klidu, ale správnější je předpokládat, že koná denní a roční periodický kruhový pohyb; 4) idea o tom, že rozdíly mezi Zemí a ostatními planetami jsou jen klamným zdáním našich smyslů; pozorování ze Slunce jevila by se jako jedna z planet. Není tvořena – jak se dosud předpokládalo – nejtěžším, a tedy „méněcenným“ živlem, ale látkou stejnou jako jiná tělesa vesmíru. Také všechna místa ve vesmíru jsou rovnocenná a ve vesmíru jako v díle božím není nic nedokonalého. Přitom hmoty neubývá, ani nepřibývá, ač má nesčetné podoby. Je jasné, že tyto Kusanáského myšlenky, formulované ovšem jen jako domněnky čistě filozofické, se musely časem stát dynamitem položeným v samých základech geocentrické teorie i celé středověké ideologie. Podle: (Mališek, 1986, s. 76).

Fyzika a průmyslová revoluce na přelomu 18. a 19. století (vliv objevů na rozvoj společnosti)

Průmyslová revoluce začala v Anglii koncem 18. století a na evropský kontinent a do Severní Ameriky se rozšířila v 19. století. Průmyslová výroba přešla postupně z manu-fakturní na strojní. Lidská síla ani zvířata už nestačila pohánět stále komplikovanější mechanismy, nemohla zrychlit dopravu, stavbu cest, mostů a nakonec ani železnic. (První železniční vozy tahali po kolejích koně.) V průmyslové revoluci vystoupil do popředí energetický problém. Pracovali na něm mnozí praktici, mezi jinými James Watt. Po mnohých neúspěšných pokusech James Watt zkonstruoval v r. 1769 první použitelný parní stroj a dal si jej patentovat. Pára od základu přetvořila výrobu a dopravu. V roce 1807 začal na Hudsonnu mezi New Yorkem a Albanou jezdit první říční parník. První zaoceánský parník překonal Atlantik r. 1819 a první pravidelnou železniční linku otevřeli na trati Manchester-Liverpool v r. 1830. O tom, jak parní lokomotivy provedly revoluci v dopravě, svědčí skutečnost, že se rychlost přepravovaného zboží zvýšila pěti- až deseti-násobně a jeho množství ještě mnohem víc. Stejný vliv měly nové zdroje energie na zvýšení průmyslové výroby, těžby rud a uhlí, výrobu oceli atd.

Upraveno podle (Mališek, 1986, s. 195–196).

Zdroje informací pro tuto poznávací MVT ve fyzice jsou sice co do kvantity bohaté, je však třeba oddělit ideologickou oblast minulosti a držet se objektivní faktografické skutečnosti. Tato poznávací MVT klade na učitele fyziky mimořádné nároky a je použitelná zejména na škole střední.

ZÁVĚR

Cílem této studie je charakteristika poznávací motivace ve výuce a její role ve vzdělávání žáků ve fyzice se zaměřením na nadané. Jádrem je vytvořený soubor poznávacích motivačních výukových technik.

Cílovou čtenářskou skupinou jsou především učitelé fyziky a studenti učitelství fyziky. Tuto studii lze také efektivně využít v přípravě učitelů fyziky pro základní a střední školy. Výstupy naší práce jsou poměrně univerzální pro všechny přírodovědné vzdělávací obory – zejména chemii a biologii. Problematika motivace žáků je trvale aktuálním výzkumným tématem, proto z práce mohou čerpat i studenti doktorských studijních programů přírodovědných oborových didaktik.

Hlavním motivem pro autora jsou zejména problémy, do kterých se učitelé fyziky dnes dostávají, kdy hledají motivační vzdělávací postupy, kterými by získali zájem nemotivované a nefyzikálně zaměřené nové generace. Mnoho komplikací jim přináší i výuka žáků se specifickými vzdělávacími potřebami, včetně nadaných žáků. Právě zkvalitnění rozvoje nadaných a zejména talentovaných žáků je významnou výzvou do budoucna. Přírodovědné nadání je v populaci relativně málo čtené a přitom pro rozvoj dnešní informatické a technické společnosti zcela nezbytné (Šimoník, & Škrabánková, 2007). Proto je třeba nadané diagnostikovat a plně rozvinout ve formálním i neformálním vzdělávání (Dočkal, 2005). Rozvoj každého nadání, tedy i přírodovědného, má značný význam i pro samotného nadaného jedince. Dává mu dobrou šanci uspět v jeho osobním životě. Přírodovědné nadání žáci jsou bezesporu skupinou žáků se specifickými vzdělávacími potřebami. Navíc z celospolečenského hlediska je tato cílová skupina velmi významná.

Vztah mezi přírodovědným nadáním a poznávací motivací žáka je důležitým předmětem základního výzkumu přírodovědných didaktik, obecné didaktiky a speciální pedagogiky. Následný aplikovaný konstrukční výzkum (Trna, 2011) uvedené problematiky by měl vytvořit efektivní vzdělávací technologii rozvoje přírodovědného nadání žáků s užitím poznávacích motivačních výukových technik.

V teoreticky a přehledově stavěné první části práce autor vychází z dosud známých poznatků o motivaci ve výuce doma i v zahraničí. Tyto poznatky jsou rozvinuty na základě vlastních výzkumů a praktických zkušeností z výuky fyziky na základních, středních i vysokých školách. Jsou zde aplikována vývojová pedagogická hlediska od behaviorismu, přes kognitivismus, až k současnému konstruktivismu. Je třeba reagovat i na nově se objevující konektivismus, spojený s explozí informačních a komunikačních technologií.

Druhá, prakticky zaměřená část práce propojuje úvodní teoretické poznatky o poznávacích motivačních výukových technikách s konkrétními motivačními incentivy z fyziky i dalších oborů. Jsou zde prezentovány dvě skupiny předmětových a mezipředmětových poznávacích motivačních výukových technik. Všechny uvedené motivační výukové techniky jsou doplněny konkrétními ukázkami a potvrzujícími daty a závěry z vlastních výzkumů.

Naše dosavadní teoretické i experimentální bádání vede k závěru, že rozvoj přírodovědného nadání žáka výrazně závisí na jeho motivaci, zejména na motivaci poznávací. V budoucnu je třeba se věnovat dalším výzkumným problémům a odpovědět tak na výzkumné otázky jako (Trnová, & Trna, 2008):

Je poznávací motivace spouštěcím mechanismem pro rozvoj nadání žáka?

Jak se poznávací motivace podílí na procesu rozvoje nadání žáka?

Jak ovlivňují rozvoj nadání jiné motivy (sociální, výkonové aj.)?

Které poznávací motivační techniky nejvíce ovlivňují rozvoj nadání?

Nutnou součástí dalších výzkumů je počáteční analýza aktuálního stavu přírodovědného vzdělávání nadaných žáků na našich školách. Při experimentálním výzkumu jsme mj. zjistili (Janík, Najvar, Slavík, & Trna, 2007) nedobrou situaci, že učitelé fyziky poznávací motivaci obecně značně podceňují, navíc jsou minimálně informováni. Naše dílčí výzkumné studie přírodovědných učebnic z hlediska výskytu prvků poznávacích motivačních výukových technik vyznívají také velmi neuspokojivě. Z pilotního šetření učitelů přírodovědných předmětů základních škol vyplývá, že v oblasti poznávací motivace učitelé nedělají téměř žádné rozdíly v použití poznávací motivace u standardní populace a nadaných žáků.

Autor vložil do práce také řadu svých zkušeností z přípravy učitelů fyziky ve zkoumané oblasti. Studie vychází z autorovy disertační práce a následných výzkumů realizovaných zejména v rámci výzkumného záměru Pedagogické fakulty MU „Speciální potřeby žáků v kontextu Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání“.

LITERATURA

- AMSTRONG, T. (1998). *Awakening Genius in the Classroom*. Alexandria, VA, USA: Association for Supervising & Curriculum Development.
- ATKINSON, J. W. (1978). *Personality, Motivation and Achievement*. Washington, DC, USA: Hemisphere.
- BEISER, A. (1975). *Úvod do moderní fyziky*. Praha: Academia.
- BILIMOVIČ, B. F. (1981). *Fyzikální kvízy*. Moskva: Mir.
- BRANSFORD, J. D., BROWN, A. L., & COCKING, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC, USA: National Academy Press.
- BRUNER, J. S. (1965). *Vzdělávací proces*. Praha: SPN.
- ČÁP, J. (1990). *Psychologie mnohostranného vývoje člověka*. Praha: SPN.
- DECI, E.L. (1975). *Intrinsic motivation*. New York: Plenum Publishing Co. Japanese Edition, Tokyo: Seishin Shobo, 1980.
- DETLAF, A. A., & JAVORSKI, B. M. (1989). *Kurs fyziky*. Moskva: Vysšaja škola.
- DIRECT FILM (2012). [online]. 2012. [cit. 2012–01–15]. Dostupné z <http://www.directfilm.cz/cz/vydavatelstvi/fyzika>.
- DOČKAL V. (2005). *Zaměřeno na talenty aneb Nadání má každý*. Praha: NLN.
- DORRIE, H. (1942). *Grundriss der Physik*. Breslau: Ferdinand Hirt.
- DROZD, Z., & BROCKMEYEROVÁ, J. (2003). *Pokusy z volné ruky*. Praha: Prometheus.
- DVOŘÁK, L., DVOŘÁKOVÁ, I., KEKULE, M., & SVOBODA, E. (2008). Náměty pro výuku fyziky. In L. DVOŘÁK, et al., *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe? Příručka pro učitele* (pp. 109–156). Praha: Matfyzpress.
- FENCLOVÁ, J. (1982). *Oživení výuky fyziky*. Praha: ČSAV.
- FIALOVÁ, I. (1991). Problémy počítačové výuky. In *Medacta 91. Didaktické aspekty a prostriedky vyučovania matematiky a informatiky. Zborník. Část III* (pp. 172–175). Nitra: PdF UKF.
- FREEMAN, J. (2010). *Gifted Lives: What Happens when Gifted Children Grow Up*. New York: Routledge Chapman and Hall.
- GUILFORD, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- HAJKO, V. a kol. (1988). *Fyzika v experimentoch*. Bratislava: VEDA.
- HAVIGEROVÁ, J. M. (2011). *Pět pohledů na nadání*. Praha: Grada.
- HECKHAUSEN, H. (1987). *Motivation, intention, and volition*. Berlin: Springer.
- HÖFER, G., & SVOBODA, E. (2008). *Postoje učitelů základních a středních škol k výuce fyziky*. Praha: MATFYZPRESS.
- HORÁK, Z., & KRUPKA, Fr. (1976). *Fyzika. (svazek 1)*. Praha: SNTL.
- HRABAL, V. (1989). *Pedagogicko-psychologická diagnostika žáka*. Praha: SPN.
- HRABAL, V., MAN, Fr., & PAVELKOVÁ, I. (1989). *Psychologické otázky motivace ve škole*. Praha: SPN.
- HŘÍBKOVÁ, L. (2009). *Nadání a nadání. Pedagogicko-psychologické přístupy, modely, výzkumy a jejich vztah ke školské praxi*. Praha: Grada Publishing.
- JAMES, J. (1931). *The stars on their courses*. Cambridge: University press.
- JANÁS, J. (1988). Hmota, interakce, čas, hmotnost v učebnicích ZŠ a gymnázia. *Mat. a fyz. ve škole*, 18(5), 323–328.
- JANÁS, J. (1985). *Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole*. Brno: UJEP.
- JANÍK, T., NAJVAR, P., SLAVÍK, J., & TRNA, J. (2007). Dynamická povaha učitelových didaktických znalostí obsahu: případová (video)studie z výuky fyziky na 2. stupni základní školy. In T. Janík et al., *Pedagogical content knowledge nebo didaktická znalost obsahu?* (pp. 99–113). Brno: Paido.

- JÍLEK, Fr., KUBA, J., & JÍLKOVÁ, J. (1977). *Světové vynálezy v datech*. Praha: MF.
- JURÁŠKOVÁ, J. (2006). *Základy pedagogiky nadaných*. Praha: IPPP ČR.
- KAŠPAR, E. a kol. (1978). *Didaktika fyziky. Obecné otázky*. Praha: SPN.
- KAŠPAR, E., JANOVIČ, J., & BŘEZINA, Fr. (1982). *Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice*. Praha: SPN.
- KEKULE, M., POSCHL, R., & ŽÁK, V. (2008). Jak to vidí žáci. In L. DVOŘÁK, et al., *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe? Příručka pro učitele* (pp. 13–50). Praha: Matfyzpress.
- KEPRT, M. (1982). *Fyzikální paradoxa ve vyučování fyzice. Kandidátská disertace*. Praha: MFF UK.
- KONEČNÝ, M., & TRNOVÁ, E. (2011). Jak posilovat zájem žáků o chemii na ZŠ. *Biologie – chemie – zeměpis, časopis pro výuku na základních a středních školách*, 20(3x), 79–83.
- KOLOMÝ, R. (1976). Prokop Diviš – velký český přírodovědec 18. století. *Mat. a fyz. ve škole*, 7(1), 63–67.
- KREJČÍ, J. (2012). *Elektromagnetická levitace*. [online]. 2012. [cit. 2012–01–15]. Dostupné z <http://www.fyzikalni-experimenty.cz/cz/elektromagnetismus/elektromagneticka-levitace/>.
- KREMPASKÝ, J. (1992). *Evolúcia vesmíru a prírodné vedy*. Bratislava: SPN.
- KRUŽÍK, M. (1979). *Sbírka úloh z fyziky pro žáky středních škol*. Praha: SPN.
- KUNEŠ, J., VAVROCH, O., & FRANTA, V. (1989). *Základy modelování*. Praha: SNTL.
- KVÍTEK, L. (Ed.) (2008). *Možnosti motivace mládeže ke studiu přírodních věd*. Olomouc: UP.
- LANDAU, L. D., & KITAIGORODSKIJ, A. I. (1966). *Fyzika pre každého*. Bratislava: SNTL.
- LANGR, L. (1984). *Úloha motivace ve vyučování na základní škole*. Praha: SPN.
- LEHRKE, M., HOFFMANN, L., & GARDNER, P. L. (Eds.). (1985). *Interest in Science and Technology Education*. Kiel (Germany): IPN.
- MADSEN, K. B. (1972). *Teorie motivace*. Praha: Academia.
- MACHÁČEK, R. (1991). *Fyzika pro 7. ročník základní školy. II. díl. 1. vyd.* Praha: SPN.
- MALÍŠEK, V. (1986). *Co víte o dějinách fyziky*. Praha: Horizont.
- MANDÍKOVÁ, D. (2008). Jak to vidí mezinárodní výzkumy. Jak to vidí žáci. In L. DVOŘÁK, et al., *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe? Příručka pro učitele* (pp. 51–86). Praha: Matfyzpress.
- MAŇÁK, J. (1995). *Nárys didaktiky*. Brno: Masarykova univerzita.
- MASLOW, A. (1970). *Motivation and Personality*. New York, USA: Harper and Row.
- MAŤUŠKIN, A. M. (1973). *Problémové situácie v myslení a vo vyučovaní*. Bratislava: SPN.
- MOJŽÍŠEK, L. (1977). *Vyučovací metody*. Praha: SPN.
- MÖNKS F. J., & YPENBURG I. H. (2002). *Nadané dítě*. Praha: Grada Publishing.
- MŠMT (2008). *Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. Výzkumná zpráva. MSMT*. [online]. 2008. [cit. 2012-01-15]. Dostupné z http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Duvody_nezajmu_zaku_o_PTO.pdf.
- MŠMT (2010). *Talent nad zlato. MSMT*. [online]. 2010. [cit. 2012-01-15]. Dostupné z <http://userfiles.nidm.cz/file/KPZ/KA1-vyzkumy/brozura-talentnadzlato-web.pdf>.
- NAKONEČNÝ, M. (1997). *Motivace lidského chování*. Praha: Academia.
- NAKONEČNÝ, M. (1998). *Psychologie osobnosti*. Praha: Academia.
- NEFF, O., & OLŠA, J. (1995). *Encyklopedie literatury science fiction*. Praha: AFSF a H&H.
- NĚMEC, J., & TRNA, J. (2007). Edutainment or Entertainment. Education Possibilities of Didactic Games in Science Education. In J. Němec, (Ed.), *The Evolution of Children Play – 24. ICCP Word Play Conference* (pp. 55–64). Brno : Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita.
- NIDM (2008). *Možné formy účasti zaměstnavatelů v systému podpory identifikace a rozvoje kognitivně nadaných dětí (13–19 let) v přírodovědných a technických oborech – závěrečná zpráva* [online]. 2008. [cit. 2011–09–20]. Dostupné z http://www.ippp.cz/images/stories/doc/nadani/ostatni_soubory/vyzkum_nadani_fi_nidm_2008.pdf.
- OREAR, J. (1977). *Základy fyziky*. Bratislava: ALFA.

- ÖVEGES, J. (1965). *Fyzikální kratochvíle*. Praha: SNDK.
- PAVELKOVÁ, I. (2005). Postoje chlapců a dívek ke školním předmětům. In D. HELLER, J. PROCHÁZKOVÁ, I. SOBOTKOVÁ, (Eds.), *Psychologické dny 2004 : Svět žen a svět mužů: polarita a vzájemné obohacování. Sborník příspěvků z konference Psychologické dny, Olomouc 2004* (pp. 26–27). Olomouc: Universita Palackého.
- PELERMAN, J. I. (1959). *Zajímavá fyzika*. Moskva: Fizmatgiz.
- PIAGET, J. (1966). *Psychologie inteligence*. Praha: SPN.
- PIAGET, J., & INHELDEROVÁ, B. (1970). *Psychologie dítěte*. Praha: SPN.
- Projekt ROSE (The Relevance of Science Education). [online]. 2008. [cit. 2011–09–20]. Dostupné z <http://www.ils.uio.no/english/rose/>.
- PRŮCHA, J. (2002). *Moderní pedagogika*. 2. přepracované a aktualizované vydání. Praha: Portál.
- PRŮCHA, J. (1983). *Perspektivy vzdělání*. Praha: SPN.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., & MAREŠ, J. (1998). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál.
- REICHEL, J. (2005). Fyzikální hračky a hrátky s fyzikou. In L. Dvořák (Ed.), *Dilny Heuréky 2003–2004, sborník konferencí projektu Heuréka* (pp. 121–128). Praha: Prometheus.
- REICHEL, J. (2004a). Magická fyzika 1. *Matematika-fyzika-informatika*, (13)7, 418–422.
- REICHEL, J. (2004b). Magická fyzika 2. *Matematika-fyzika-informatika*, (13)8, 481–485.
- RENZULLI, J. S., & REIS, S. M. (1985). *The Schoolwide Enrichment Model: A Comprehensive Plan for Educational Excellence*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
- ROCARD, M., CESRMLEY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALBERG-HERNIKSSON, H., & HEMMO, V. (2007). *Science education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brusels: Office for Official Publications of the European Communities. [online]. 2007. [cit. 2012-01-15]. Dostupné z http://ec.europa.eu/research/science_society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.
- SVOBODA, E., HÖFER, G. (2007). Názory a postoje žáků k výuce fyziky. *Matematika-fyzika-informatika*, 16(4), 212–223.
- ŠIMONÍK, O. (1994). *Začínající učitel*. Brno: Masarykova univerzita.
- ŠIMONÍK, O., & ŠKRABÁNKOVÁ, J. (2007). Nadání žáci z pohledu evaluace jejich výsledků v přírodovědných soutěžích. In *Zborník vedeckovýskumných prác Katedry pedagogiky č. 3* (pp. 283–291). Banská Bystrica: UMB.
- ŠTACH, J. (1982). *Základy teorie systémů*. Praha: SNTL.
- ŠKODA, J., & DOULÍK, P. (2011). *Psychodidaktika. Metody efektivního a smysluplného učení a vyučování*. Praha: Grada Publishing.
- ŠKODA, J., & DOULÍK, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3), 24–44.
- ŠVEC, V. (1999). *Pedagogická příprava budoucích učitelů: Problémy a inspirace*. Brno: Paido.
- TARASOW, L. V. (1988). *Fyzika v přírodě*. Moskva: Prosvěšćenie.
- To nejlepší ze Smoljaka, Svěráka a Járy Cimrmana (1992). Praha: Exact.
- TRNA, J. (2005). Fyzika v jednoduchých pokusech. In *DIDFYZ 2004. Information and Communication Technologies in Physics Education* (pp. 167–171). Nitra: FPV UKF a pob. JSMF v Nitre.
- TRNA, J. (1978). *Fyzikální a didaktická problematika zákona zachování energie ve vysokoškolské pedagogice*. Diplomová práce. Brno: UJEP.
- TRNA, J. (2011). Konstruktivní výzkum (design-based research) v přírodovědných didaktikách. *Scientia in educatione*, (2)1, 3–14.
- TRNA, J. (1993). *Motivace ve výuce fyziky. Disertační práce*. Brno: PdF MU.
- TRNA, J. (1996a). Motivace žáka jako integrační prvek technologie výuky fyziky. In *Didaktické technologie v profesní přípravě učitelů fyziky* (pp. 29–32). České Budějovice: PdF JČU.
- TRNA, J. (1995). Motivační účinek fyzikálních učebních pomůcek. In *Fyzikální učební pomůcky, jejich tvorba a užití* (pp. 57–60). Plzeň: PdF ZČU.

- TRNA, J. (2005). Motivation and Hands-on Experiments. In *HSci2005, Hands-on Science in a Changing Education* (pp. 169–174). Rethymno: University of Crete.
- TRNA, J. (1994). Problémová úloha jako jeden ze zdrojů motivace žáka ve výuce fyziky. In *Fyzika a didaktika fyziky 1* (pp. 81–91). Brno: PdF MU.
- TRNA, J. (1994). Utváření dovednosti učitele fyziky motivovat žáka. In *Profesionální příprava učitele fyziky* (pp. 50–51). Olomouc: PŘF UP a FPS JČMF.
- TRNA, J. (1996b). Vytváření dovednosti učitele fyziky motivovat žáka. *Pedagogická orientace*, 6(18–19), 58–63.
- TRNA, J., & KREJCI, J. (2012). Web Support of Experiments. In *Proceedings of the 9th International conference of Hands-on Science* (pp. 203–206). Antalya, Turkey : Akdeniz University.
- TRNA, J., & RYK, L. (1996). Motywacja ucznia w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych. *Wiesci zamkowe*, 3(3), 40–41.
- TRNA, J., & TRNOVÁ, E. (2006). Cognitive Motivation in Science Teacher Training. In *Science and Technology Education for a Diverse World* (pp. 491–498). Lublin (Poland): M. Curie-Skłodowska university press.
- TRNA, J., & TRNOVÁ, E. (1994). *Diagnostika ve výuce fyziky a motivace žáka*. In *Pedagogická diagnostika '93* (pp. 115–117). Ostrava: PdF OU.
- TRNA, J., & TRNOVÁ, E. (1997). Zdravý způsob života a jeho motivační role v přírodovědné výuce. In *Problematika výchovy dětí a mládeže ke zdravému způsobu života v evropských zemích* (pp. 259–262). Brno: PdF MU.
- TRNOVÁ, E. (2011a). Efektivnost výuky praktických činností v chemii. *Biologie – chemie – zeměpis, časopis pro výuku na základních a středních školách*, 20(3x), 208–212.
- TRNOVÁ, E. (2010). Realizace mezinárodních přírodovědných projektů v ICT prostředí (e-twinning). *Media4u Magazine*, 7(X3), 167–170.
- TRNOVÁ, E. (2011b). Vliv informačních a komunikačních technologií na chemické vzdělávání. *Media4u Magazine*, 8(X3), 112–115.
- TRNOVÁ, E., & TRNA, J. (2008). Poznávací motivace nadaných žáků v přírodovědné výuce. In *Výchova a nadání 1. Výzkumné zprávy č.1* (pp. 15–34). Brno: MSD.
- UNESCO (1971). *Základy přírodních věd v pokusech*. Praha: SPN.
- VACHEK, J., & LEPIL, O. (1980). *Modelování a modely ve vyučování fyzice*. Praha: SPN.
- VARIKAŠ, V. M., VARIKAŠ, I. M., & KIMBAR, B. A. (1990). *Fyzika v živé přírodě*. Bratislava: SPN.
- WILLIAMS, C. (2003). Why aren't secondary students interested in physics? *Physics Education*, 38(4), 324–329.
- ZAJAC, R., & ŠEBESTA, J. (1990). *Historické pramene súčasnej fyziky 1*. Bratislava: ALFA.

SUMMARY

The book summarizes the area of cognitive motivation of students in physics/science education. The aim of this book is description of the role of cognitive motivation in the physics/science education of students with a focus on gifted students. The core is the set of cognitive motivational teaching techniques. Motivation of students is a relatively explored phenomenon that is studied and applied in the teaching/learning of science. According to psychologists and educators motivation significantly determines teaching and learning processes. Our theoretical and experimental research leads to the conclusion that the development of students greatly depends on their motivation, in particular cognitive motivation. Therefore we developed two sets of cognitive motivational teaching techniques how to motivate students with a focus on gifted students.

The theoretical first part of the book (Chapters 1–4) presents the knowledge of motivation in education so far discovered in psychology and pedagogy. Development of education in terms of cognitivism and the constructivism is applied. Our contribution to the development of these findings is based on our research and experience of teaching physics at all levels of schools.

A lot of attention is paid to the role of students' interest in science education (Chapter 1), motivation in instruction (Chapter 2), motivation of gifted students (Chapter 3) and teacher skills to motivate students (Chapter 4). Our major discoveries about the cognitive motivational teaching techniques are given in Chapter 5.

The second, practically oriented part of the book (Chapters 6–23), connects the introductory theoretical findings about motivation with specific educational contents that have become a source of cognitive motivation of students. Listed two groups of cognitive motivational teaching techniques with examples are supplemented by confirming data and conclusions from our own research and other researches. Researches in special education, psychology and didactics of physics attempt to find innovative methods of teaching students with special educational needs. An important group of such students are the gifted. The relationship between science education and cognitive motivation of gifted students is an important subject of research. All presented cognitive motivational teaching techniques include a section dedicated to gifted students.

This book was written for physics teachers, students, educators, PhD students and experts in physics/science who have the ambition to participate in physics/science education. The work includes a lot of authors' experience in university preparation of physics/science teachers in the given area. Therefore, the book is useful for pre-service and in-service training of physics teachers. The issue of motivation is still a current research topic and the work can be of benefit to PhD students of science education.

The author aim to help solve problems physics teachers have to face today when looking for educational methods, which would support a new generation interested in physics and science. The issue of motivation plays an important role in teaching students with special educational needs, especially gifted students. Developing giftedness and talent for physics/science is a major challenge for the future.

This book “How to Motivate Students in Physics focusing on gifted students” is one of the outcomes of the research project of Special Needs Pupils in Context with Framework Educational Programme for Primary Education (MSM0021622443).

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obr. 3.1. Model nadání podle F. J. Mönkse	18
Obr. 3.2. Výběr motivačních výukových technik	25
Obr. 5.1. Schéma poznávacích potřeb	31
Obr. 6.1. Model krychlového metru v učebně	34
Obr. 6.2. Induktor	35
Obr. 6.3. Třecí elektrika	35
Obr. 6.4. Albert Einstein	35
Obr. 7.1. Materiální model – soubor pomůcek	38
Obr. 7.2. Ideální model – elektrotechnické schéma	39
Obr. 7.3. Ideální model – model mřížky kovového vodiče	39
Obr. 8.1. Stavová rovnice	43
Obr. 8.2. První termodynamický zákon	44
Obr. 8.3. Rovnice polytropického děje	45
Obr. 9.1. Pohyb hmotného bodu v tíhovém poli	49
Obr. 9.2. Pohyb elektronu v elektrickém poli	50
Obr. 10.1. Kvádry na hladině	53
Obr. 10.2. Sklenice se solí a vodou	53
Obr. 10.3. Stříkačka s horkou vodou	54
Obr. 10.4. Sklenice s vodou a ledem	54
Obr. 10.5. Magnet 1	55
Obr. 10.6. Magnet 2	55
Obr. 10.7. Magnet 3	55
Obr. 10.8. Káča	57
Obr. 10.9. Barvy	57
Obr. 10.10. Pohybová setrvačnost oka	57
Obr. 10.11. Které úsečka je delší?	57
Obr. 10.12. Který žebřík je delší?	57
Obr. 10.13. Vidiš tmavé skvrny blízko rohů tmavých čtverců?	58
Obr. 11.1. Setrvačnost mince	60
Obr. 11.2. Rázostroj 1	60
Obr. 11.3. Rázostroj 2	60
Obr. 11.4. Setrvačník	60
Obr. 11.5. Skákající mince	61
Obr. 11.6. Tepelná vodivost mince	61
Obr. 11.7. Teplotní roztažnost mince	61
Obr. 11.8. Teplotní roztažnost vzduchu	62
Obr. 11.9. Lom světla ve vodě	62
Obr. 11.10. Slepá skvrna	62
Obr. 11.11. Plovoucí zátka s mincí	63
Obr. 11.12. Přetlaková láhev	63
Obr. 12.1. Didaktické scénáři videořady	67

Obr. 12.2. Videopřad: Fyzika v pokusech. Elektromagnetismus	68
Obr. 13.1. Neposlušná cívka	70
Obr. 13.2. Stříkající nálevka	70
Obr. 13.3. Polokoule	71
Obr. 13.4. Fakírovo lůžko	71
Obr. 14.1. Malý medvěd a Velká medvědice	73
Obr. 15.1. Dřevěné hračky	74
Obr. 15.2. Bublifuk	74
Obr. 15.3. Mince ve sklenici	75
Obr. 19.1. Elektromagnetická levitace	89
Obr. 20.1. Mimosemšťan	91
Obr. 21.1. Souhvězdí	93
Obr. 21.2. Zrození Mléčné dráhy od Tintoretta	94
Tab. 3.1. Výzkum motivace	22–23
Tab. 3.2. Výběr motivačních výukových technik	25
Tab. 8.1. Klasifikace pohybů	42
Tab. 8.2. Srovnání dějů	46
Tab. 9.1. Energie	47
Tab. 9.2. Mechanické kmity	48
Tab. 9.3. Vztahy pro pohyb v tíhovém poli	49
Tab. 9.4. Vztahy pro pohyb v elektrickém poli	50
Tab. 9.5. Ideální a reálný plyn	51
Tab. 17.1. Měření na lidském těle	81

VĚCNÝ REJSTŘÍK

adekvátnost motivování 15
aplikace fyzikálních poznatků v technice a jiných vědách 33, 77
cílevědomost, systematickosti motivování a jeho provázání
 s ostatními součástmi výuky 16
citáty významných fyziků 33, 95
diagnóza a hodnocení efektivity užití motivace 17
didaktické hry a soutěže 32, 74
dovednost učitele motivovat žáka 27
filozofické aspekty fyziky 33, 96
formování spektra potřeb žáků a tvorby zájmu 15
fyzika a umění 33, 92
fyzika a život člověka 33, 80
historie fyzikálních objevů a osudy významných fyziků 33, 84
humor 32, 72
individuální motivování 15
informační a komunikační technologie 33, 87
jednoduché experimenty 32, 59
mezipředmětové poznávací motivační výukové techniky 32
modelování objektů a jevů 32, 36
motivační vyučovací metoda 29
motivační vyučovací technika 30
naučné filmy a videopořady 32, 65
nezáměrné vnímání a experimentování 32, 34
optimální míra motivace 15
paradoxy, kouzla a triky 32, 69
podobnost a analogie objektů a jevů 32, 47
potlačování záporné motivace 16
poznávací potřeby 14
problémové úlohy a projekty 32, 52
propojení motivace s emocemi a vůlí 16
předmětové poznávací motivační výukové techniky 30, 31
přechod od kvantity motivace k její kvalitě 16
přechod od vnější motivace k motivaci vnitřní 16
regulace motivační činnosti učitele 17
sociální potřeby 14
systematizace vědomostí a dovedností 32, 41
variabilita motivování 15
vědeckofantastická literatura a film 33, 91
výkonové potřeby 14

**Jak motivovat žáky ve fyzice
se zaměřením na nadané**

Josef Trna

Vydavatelé:

Paido: Vladimír Jůva, Srbská 35, 612 00 Brno

tel.: 541 216 375, e-mail: info@paido.cz, www.paido.cz

Masarykova univerzita v roce 2012

PC sazba: Paido

Fotografie na obálce a návrh obálky: Mgr. Roman Franc

Tisk: Tiskárna MLOK, s.r.o., Kohoutova 34, 613 00 Brno

1. vydání, 2012

Náklad: 300 kusů

348. publikace (Paido)

ISBN 978-80-7315-238-3 (Paido. Brno)

ISBN 978-80-210-6150-7 (Masarykova univerzita. Brno)

Nakladatelství Masarykovy univerzity
Rybkova 19
602 00 Brno – Kraví hora
Tel.: 549 254 840
www.muni.cz/press

muni
PRESS

ISBN 978-80-210-6150-7

Paido
Srbská 35, 612 00 Brno
Tel. + fax: 541 216 375
info@paido.cz
www.paido.cz

Paido

ISBN 978-80-7315-238-3

ISBN 978-80-7315-238-3



9788073152383