

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta – Katedra fyziky

Diplomová práce

České Budějovice 2008

Žaneta Hrubá

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta – Katedra fyziky

Výuka fyziky a tvořivost

Vedoucí práce: PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.

Autor: Žaneta Hrubá

Anotace

Tato diplomová práce se snaží 1) vymezit pojem tvořivosti ve vzdělání, 2) analyzovat jej s ohledem na jeho potenciální využití ve výuce fyziky a 3) přinést praktické řešení použitelné ve třídě. Naše výsledky ukazují, že myšlenka využít tvořivé myšlení ve výuce je potenciálně užitečná. Závěrem práce předkládám příklady konkrétního řešení. Zahrnují: tvořivé myšlení při učení se Ohmovu zákonu, tvořivé myšlení při učení se Archimédovu zákonu a tvořivé myšlení při aplikování znalostí z geometrické optiky.

Abstract

This thesis has been an attempt to 1) delimit the concept of creativity in education, 2) analyze it with respect to its potential use in physics teaching, and 3) provide a practical solution that could be applicable in class. The results show that the idea of employing creative thinking in classes is potentially useful at best. Examples of a practical solution are offered at the end. They include: creative thinking in learning of Ohm's law, creative thinking in learning of Archimedes' principle, and creative thinking in application of knowledge of geometric optics.

Prohlašuji, že předloženou práci jsem vypracovala samostatně, pouze s použitím citované literatury.

Datum:

Podpis:

Na tomto místě chci poděkovat vedoucímu diplomové práce,
PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D.,
za cenné rady a připomínky při zpracování mé práce.

Můj dík patří také mým rodičům, kteří mě v průběhu studia podporovali.

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Teoretické základy.....	8
2.1. Teoretický rozbor pojmu tvořivost.....	8
2.1.1. Tvořivost.....	8
2.1.2. Identifikace tvořivosti.....	10
2.1.3. Tvořivý (kreativní) přístup k životu.....	12
2.2. Aktivizující metody při výuce fyziky.....	20
2.2.1. Motivujeme žáky.....	20
2.2.2. Pokusy ve výuce fyziky.....	23
2.3. Rozvoj tvořivosti při výuce fyziky – tvořivé vyučování.....	39
3. Analýza role tvořivosti ve výuce fyziky.....	51
3.1. Co je a co není tvořivost v učebním procesu.....	51
3.2. Některá úskalí použití tvořivého myšlení ve výuce.....	53
3.3. Simulace fyzikálního objevu.....	54
3.4. Aplikace fyziky.....	57
4. Využití tvořivosti.....	59
4.1. Vysvětlení Ohmova zákona.....	59
4.2. Vysvětlení Archimédova zákona.....	59
4.3. Aplikace geometrické optiky.....	62
4.3.1. Vědomosti, na kterých budou žáci stavět.....	62
4.3.2. Zadání cíle tvořivé hodiny.....	67
5. Závěr.....	73
6. Použitá literatura.....	75

1. Úvod

Vzdělávací systém by měl odrážet historicky aktuální stav rozvoje vědy a techniky. S rostoucím souborem vědomostí lidstva rostou i nároky na žáky a učitele. Změny vzdělávacího systému jsou přirozeným způsobem jak těmto rostoucím nárokům čelit. Nutnou změnou je aktualizace obsahu učiva. Potenciálně prospěšnou změnou je modernizace *metod* výuky neboť nové metody mohou pomoci zefektivnit učební proces. V dnešní době je pedagogická věda natolik rozvinutá, že vznik převratně nových metod nelze očekávat. Lze si ale představit, že obecně známé principy efektivní výuky budou rozpracovány pro použití v konkrétní fázi výuky nebo pro konkrétní obor. V této práci se zaměřím na využití tvořivého myšlení žáků ve výuce fyziky.

Proč právě tvořivé myšlení? Nejen pedagog, ale i žák, jistě cítí určitou nespravedlnost v odměňování encyklopedických znalostí žáků a ignorování schopnosti tvořit. V době počítačů a mobilních nosičů informací není uchovávání informací a jejich dostupnost problémem. Pokud by lidský mozek měl sloužit jen tomuto účelu, byl by postradatelný, ba co víc, kapacitou (např. ve srovnání s Internetem) by zaostával. K pokroku může lidský mozek přispět především jeho schopností generovat nové myšlenky, tj. schopností tvořit. Bylo by proto chybou eliminovat v učebním procesu žáky, jejichž schopnost tvořivě myslet je nadprůměrná, na základě chabých výsledků v učení se encyklopedickým znalostem. Nechceme bagatelizovat význam vědomostí nabytých učením. Ty jsou konec konců podkladem pro tvořivé myšlení. Ale bylo by chybou je přeceňovat a používat jako bič na žáky, kteří preferují jiný způsob získávání informací než je ten, který je jim předkládán ve škole. Tvořiví lidé nejsou lidmi se špatnou pamětí, používají paměť tak jako každý jiný člověk. Kromě toho ji využívají i k dosažení cílů jejich tvořivosti a přitom se stávají odborníky ve svém oboru. Tvořiví lidé často vzdorují snahám okolí manipulovat jejich myslí, což je právě hlavním úkolem výuky, jakkoli dobře míněným. Tvořivým žákům škola, klasicky zaměřená jen na předávání vědomostí formou “poslouchej a zapamatuj si”, nevyhovuje. Neměli bychom je za to trestat. Měli bychom výuku obohatit tak, aby tvořivým žákům pomohla získat dobré hodnocení v oblastech, kde jsou silní.

Cílem této diplomové práce bude vymezení pojmu tvořivosti (zejména s ohledem na učební proces) - kapitola “Teoretické základy”, analýza problému (zhodnocení použitelnosti tvořivého myšlení pro výuku fyziky) - kapitola “Analýza role

tvořivosti ve výuce fyziky”, a návrh konkrétního využití tvořivosti v procesu výuky fyziky - kapitola “Využití tvořivosti”.

2. Teoretické základy

2.1. Teoretický rozbor pojmu tvořivost

2.1.1. Tvořivost

Tvořivost, neboli kreativita (z latinského *creo = tvořit*), je pojem dnes běžně užívaný. Mnohdy však užíváme některé pojmy zcela automaticky. Teprve, když nás někdo požádá o bližší vysvětlení jejich významu, uvědomíme si, jak je to obtížné. Nejinak je tomu i u tohoto pojmu. Petrová [1] uvádí několik možností, jak se dá na tvořivost pohlížet.

- *Tvořivost* je schopnost poznávat předměty v nových vztazích a originálním způsobem, smysluplně je používat neobvyklým způsobem, vidět nové problémy tam, kde zdánlivě nejsou, odchylovat se od navykých schémat myšlení a nepojímat nic jako pevné, nacházet něco nového, co představuje obohacení kultury a společnosti [2].
- *Tvořivost* je schopnost člověka vytvářet myšlenky jakéhokoli druhu, které jsou v podstatě nové, a těm, kteří je vytvořili, byly dříve neznámé [3].
- *Tvořivost* je duševní schopnost vycházející z poznávacích i motivačních procesů, v nichž hraje důležitou roli též inspirace, fantazie, intuice. Projevuje se nalézáním takových řešení, která jsou nejen správná, ale současně nová, nezvyklá, nečekaná [4].
- *Tvořivost* je soubor vlastností, které dávají člověku schopnosti, aby v důsledku změn ve svém vědomí vytvářel nový produkt. Tvořivost lze rozdělit na tvořivost invenční (ze známých poznatků se tvoří nové kombinace) a tvořivost inovační (vyžadující hluboké pochopení problematiky a uplatňující se především ve vědecké činnosti) [5].
- *Tvořivost* znamená souhrn vlastností osobnosti, které jsou předpokladem pro tvůrčí činnost, popřípadě tvůrčí řešení problémů. Zahrnuje v sobě schopnosti, včetně intelektových, ale nevyčerpává se jimi [6].

Tvůrčí činnost vymezuje Čáp [6] jako činnost, jejímž výsledkem je něco nového, a to buď z hlediska společnosti a jejího vývoje (např. objev, vynález), nebo z hlediska

jednotlivce (např. žák dojde samostatně k poznatku, který byl již dříve formulován, a není tedy přímým přínosem pro rozvoj společnosti, avšak žákovu tvořivost pomáhá rozvíjet). Tvůrčí činnost je zároveň předpoklad pro řešení problému, který je jednotlivci neznámý, se kterým nemá zkušenosti, pro který nezná schéma řešení.

Během tvůrčí činnosti člověk postupuje způsobem, který lze rozdělit do několika stádií, jež mohou následovat v libovolném sledu a mohou se i opakovat. Například Petty [7] uvádí a charakterizuje následující stadia:

1. *Inspirace* = stádium nezaujatého hledání podnětů, námětů, motivů a podobně.
2. *Klasifikace* = stádium vyjasňování si účelu a cíle práce.
3. *Destilace* = stádium zkoumání, posuzování a vybírání nejlepších myšlenek k dalšímu rozpracování.
4. *Inkubace* = stádium zdánlivé nečinnosti (pauzy, odstupy), v níž nápady tzv. dozrávají.
5. *Pilná práce* = stádium rozpracovávání, upravování, vylepšování a mnohdy i přepracovávání myšlenek dokud dílo nezíská definitivní podobu.

Místo pojmu tvořivost se v případě konkrétní problematiky užívá častěji termínu tvorba. Přitom tvorbou myslíme jak činnost (umělecká, vědecká tvorba), tak její výsledek (Devátá symfonie je vrcholem tvorby L. van Beethovena).

Tvorba je tedy činnost a stejně jako při každé jiné činnosti v ní vzájemně působí určité komponenty, které její průběh ovlivňují [3]:

- *Předmět*, na který činnost působí. Tímto předmětem mohou být nejen skutečné předměty, ale i různé systémy, látky, energie, informace, události, jiné osoby – tedy jakýkoliv objekt našeho působení.
- *Prostředky*, kterými tvůrce působí na předmět své činnosti. Kromě pracovních nástrojů to mohou být i myšlenkové operace, postupy.
- *Tvůrce (subjekt)*, jeho znalosti, schopnosti, vůle, zájmy, postoje, potřeby, zkušenosti, charakterové vlastnosti, temperament.
- *Podmínky*, za kterých tvorba probíhá. Tyto podmínky jsou jednak vnitřní (psychický a tělesný stav tvůrce), jednak vnější (objektivní možnosti a překážky, vztahy s okolím, s jinými lidmi).
- *Proces*, jehož prostřednictvím se tvůrčí činnost uskutečňuje (jeho složky, etapy, zaměřenost).

- *Cíl*, který je vyjádřený představou, čeho chceme dosáhnout. Konkrétně například stanovený parametr, vlastnost výrobku nebo konstrukce.
- *Produkt* v podobě výtvoru, výsledku, objevu, vynálezu.
- *Hodnota činnosti i produktu*, která přináší společnosti smysl, význam, užitek.

Tvořivost je dána člověku jako jedna ze schopností. Jako schopnost lze tvořivost vhodným způsobem rozvíjet, nebo naopak potlačovat (například nesprávnou výchovou). Můžeme však rozeznat člověka tvořivého od netvořivého? Čím se vlastně od sebe liší. Tvořivý člověk se projevuje různými, mnohdy až protichůdnými způsoby a bylo by netvořivé pokoušet se znaky a projevy tvořivého člověka vměstnat do podoby jednoznačně znějící definice. Přesto je možné vymezit určité charakteristiky, typické pro tvůrčí osobnosti [1].

2.1.2. Identifikace tvořivosti

Zvláštním problémem teorie tvořivosti, především z aspektu tvořivého vyučování, je otázka identifikace tvořivosti u dětí.

Výzkumy ukázaly, že učitelovo subjektivní hodnocení tvořivosti žáka nekorresponduje s objektivními měřeními psychologickými diagnostickými metodami. Posuzování tvořivosti žáků učiteli může být ovlivněno znalostí známek žáka a jeho školních výsledků a výkonů ve smyslu „haló-efektu“.

Učitelé více preferují žáky inteligentní než tvořivé, projevuje se u nich často tendence uplatňovat pravidlo: lepší známky = lepší tvořivost. Objektivní poznání úrovně tvořivosti u žáka a její adekvátní ocenění hraje však v tvořivém vyučování významnou úlohu. Identifikace úrovně, druhu a dynamiky tvořivosti v tvořivých produktech je mimořádně důležitá z praktických hledisek – při vyhledávání a diagnostikování tvořivých jedinců, při výběru vhodných metod rozvíjení tvořivosti, pro hodnocení a porovnávání produktů různých žáků apod.

Problematika identifikace tvořivosti a vlastností osobnosti tvořivých žáků je v literatuře relativně méně rozpracovaná než u dospělých jedinců. Obecně se předpokládá, že vlastnostmi, které jsou charakteristické pro vysoce tvůrčí osoby,

disponují i tvůrčí žáci. Například Stejskal [8] cituje Barronovu srovnávací studii, ve které se uvádí o tvůrčích lidech následující:

- Mají výjimečnou zásobu rozumové, leckdy i fyzické energie.
- Jejich svět je složitější, a proto žijí tito tvůrci obyčejně i komplikovanější život.
- Mají větší kontakt než jiní lidé s podvědomou vrstvou své psychiky.
- Jsou obdařeni zvýšenou mírou představivosti a imaginace.
- Mívají dobře vyvinutou schopnost sebereflexe.
- Mají často vysokou vrozenou inteligenci, a nadto dovedou postřehnout detaily, které jiným lidem unikají.
- Dívají se na věci jako jiní lidé, ale současně tak, jak to jiní lidé nečiní.
- Dovedou současně pochopit mnoho myšlenek, navzájem je porovnat a vytvořit z nich bohatší syntézu než průměrní lidé.
- Více si cení svých schopností a vlastností než jiní lidé.
- Jsou více ochotni snášet někdy i značná utrpení v zájmu svých tvůrčích cílů.

Do okruhu osobnostních faktorů, které jsou typické pro tvůrčí osobnost patří například [9]:

- Nezávislost (myšleno jako aktivní boj proti uniformitě).
- Jedinečnost tvůrčí osobnosti (myšleno jako originalita v obecném smyslu).
- Proměnlivost:
 - v čase (tvořivý člověk se neustále vyvíjí, má averzi k opakování a strnulosti),
 - ve struktuře jednání (tvořivý člověk reaguje na životní situace nejednoznačně, experimentuje s různými reakcemi).
- Občasná extremita ve vlastnostech i chování (posuzujeme-li je běžnými měřítky).
- Rozpornost (tvořivý člověk často prožívá rozpory mezi různými názory, přemýšlí o nich, prožívá rozpory mezi logickým a intuitivním myšlením, zaujímá kritické postoje k vlastním přáním, často pochybuje).
- Multidimenzionalita (pro tvořivého člověka je typické velké duchovní bohatství, šíře a různost zájmů a poznatků).

Specifické vlastnosti osobnosti tvůrčího žáka jsou pozitivní z hlediska dispozic k tvůrčí aktivitě a produktivitě, mohou však narážet na nepochopení a bariéry okolí (učitelů, spolužáků, rodičů atd.).

Pedagog by měl respektovat tvůrčí osobnost žáka, nepotlačovat jeho tvořivost, neobvyklé způsoby učení, řešení problémů apod. *Chce-li pedagog rozvíjet tvořivost, musí v první řadě poznat vlastnosti a dominantní rysy, kterými se osobnost tvůrčího žáka vyznačuje.*

2.1.3. Tvořivý (kreativní) přístup k životu

Pokorný [10] vychází z představy, že lidské myšlení se může pohybovat v různých rovinách. Nemusí to vždy být jen logika a racionalita jako jediný způsob uvažování.

Logické myšlení má charakter vůlí ovládané činnosti. Pracuje pouze se skutečností, kterou lze vyjádřit v pojmech. Myšlení se pohybuje především těmi směry, které s velkou pravděpodobností slibují dosažení přijatelného výsledku. Dává přednost ověřeným skutečnostem a postupům. Pracuje s jistotou nebo s kalkulovaným rizikem. Vnáší do neuspořádaných informací a poznatků řád, snaží se o vytvoření účelného celku. Mechanismus logického myšlení je založen na postupném vyvozování vzájemně navazujících soudů. Každý krok se opírá o předchozí závěr, jehož správnost je kriticky prověřena. Charakteristickým rysem logického myšlení je soustavnost myšlenkových operací, které se řetězí do ustálených celků. Logické myšlení má přirozenou tendenci používat osvědčená myšlenková schémata, vytvořená na základě prověřených zkušeností. Uplatňuje vyzkoušené koncepce, vytváří ustálené vzory myšlení. Logické myšlení nepřipouští mezery v řetězci úvah. Ve své „čisté“ podobě však logické myšlení podstatně zužuje možnosti nalezení originálních závěrů. Přehnané zdůrazňování jenom formální logiky může za jistých okolností (kdy nám jde o vznik nového nápadu, originálního přístupu) bránit využívat mnohem plodnější asociace podvědomí, které jsou hlavní oporou fantazijního myšlení.

Fantazijní myšlení

Fantazie prostupuje všechny lidské projevy a stojí v pozadí všech produktů člověka. Pomocí fantazie se člověk vymaňuje z reality tím, že vytváří zvláštní prožitkové struktury, odpoutává se od reality a zpochybňuje jednoznačnou vymezenost objektu, přizpůsobuje si realitu svým záměrům. Fantazijní aktivita vyjadřuje tendenci

člověka nabyt jisté subjektivní nezávislosti vůči realitě. Vlivem fantazie akceptuje člověk realitu jako otevřený systém, jako potencialitu, která jím může být dotvářena, měněna, nazírána jako předpoklad pro vybudování vlastního pojetí.

Fantazie představuje psychický proces, ve kterém člověk vytváří relativně nové představy. Základem fantazijní aktivity je vždy zkušenost jedince, operování s představami. Jednotlivé představy se navzájem spojují a pak vybavují podle asociačních zákonitostí.

Asociace jsou procesy odvíjení představ v řetězcích, v nichž každá idea je navozena představou předchozí a sama vyvolává představu následující. Každý fantazijní prvek se podvědomě pojí s určitým myšlenkovým okruhem. Dva rozdílné fantazijní okruhy obsahující stejný prvek se mohou prostřednictvím fantazie propojit. Společný prvek se pak může stát zárodkem orientující reakce (přeskoku), která podnítl vznik nového. Asociace jsou materiálem, z něhož se vytváří myšlenkové struktury, které mohou vést k originálním nápadům. Asociace jsou sice procesem volného, vůlí řízeného vybavování idejí a představ, existují však určité možnosti nepřímého podněcování a ovlivňování tohoto procesu. Vhodné výchozí stimuly mohou ovlivnit, resp. Vyvolat vznik následných řetězců asociačních spojení a navozovat takové myšlenkové reakce, které podporují utváření originálních myšlenek.

Fantazie uvádí představy do nových souvislostí, klade představované prvky do nových situací, mění je, různě spojuje a kombinuje. Vychází však z vnitřního zpracování zkušeností, které nemůže překročit, neboť buduje vždy jen z toho, co je člověku touto zkušeností dáno k dispozici. Obrazy fantazie jsou tím bohatší, čím má člověk větší a rozsáhlejší životní zkušenosti. Kterýkoliv fantazijní výtvar je ve své podstatě skladbou, kombinací existujících reálných prvků. Tyto prvky musí být člověku známy, aby na jejich základě je mohl volným a vhodným způsobem přestavovat na nové obrazy.

Fantazijní činnost je výrazem tendence člověka dosáhnout jistého postupu od zdánlivě nezměnitelné vnější reality, emancipovat se. Fantazijní činnost vytváří proto předpoklady pro to, aby člověk z okolního světa nejen čerpal, ale aby jej i tvořivě domýšlel.

Z hlediska procesu řešení problémů se fantazie uplatňuje především ve fázi, která vlastní řešení předchází. Tvůrčí přetváření skutečnosti je neuskutečnitelné, jestliže objekt neuvolníme z nazíracích stereotypů a šablon, které jsme si dřívějšími zkušenostmi osvojili a které nám mnohdy zabraňují, abychom pronikli hlouběji pod

povrch zkoumaného problému. Fantazijním aktem právě zpochybníme jednoznačnou vymezenost objektu a tím získáváme možnost, abychom předjímali jeho vývojové a doposud skryté tendence. Jestliže tedy nazíráme na jev, předmět, myšlenku jako na něco jednoznačně vymezeného, hotového, ukončeného, uzavíráme si tím cestu k tvůrčí přeměně zkoumaného objektu.

Fantazie ale nemůže suplovat hluboké poznatky o předmětu zkoumání, nemůže nahradit logické myšlení. Člověk musí umět najít cestu zpět do reality a uplatnit všechny poznávací aktivity a vhodně je s fantazií kombinovat. *Fantazie tedy nejen tvůrčí proces poněkud předbíhá, ale do určité míry doprovází a prolíná každou etapu tvůrčího řešení problému.*

Význam intuice při tvořivém řešení problému

Intuice je psychologickým nástrojem, kterého využíváme jen na začátku tvůrčího procesu. I zde však udržujeme jednotu a spolupráci mezi intuitivními a myšlenkovými procesy. Myšlenky nejsou hned definitivní. Vynořují se z oblasti, kterou nemůžeme plně reflektovat a zpočátku mají mlhavou podobu, kterou i obtížně sdělujeme.

Tvůrčí proces vypadá v intuitivní podobě trochu tajemně a nepochopitelně, překvapuje šťastnými nápady a probíhá velmi zkratkovitá a pohotová, jindy jako by málo organizovaná a nezvládnutelná činnost.

Intuice se s výhodou uplatní tam, kde je situace nepřehledná, kde je velké množství různorodých informací, vztahů, nebo naopak kde je velmi málo dat, kde je v systému poznatků řada bílých míst u složitých otevřených problémů. Intuitivního postupu se užívá tam, kde se činí rozhodnutí na základě méně zřejmých informací, za situací charakterizovaných velkým komplexem různorodých podmínek, variant řešení, nedostatkem času pro vědomé manipulace s daty, u zamaskovaných informací, neopakovatelných jevů, tam, kde se vtírají myšlenkové šablony, omezení, fixované struktury. Intuice však neprodukuje chaotické, ale výběrové kombinace s vysokou pravděpodobností a zdůvodněné minulou zkušeností. Výsledkem intuice je v tvůrčím procesu okamžitý vhled, osvětlení, heuristický moment, nápad, prokleslí se vhodná asociace. Je to období preparace a inkubace a činnost v pracovních pauzách, odpočinku, spánku. Nápad se do vědomí jakoby vplíží. Nejdříve se nejasně vynoří, postupně se jeho význam zesiluje, nabývá na důležitosti, strukturuje se, jsou hledány argumenty. Intuice

probíhá nejčastěji při inkubaci a realizuje autogenní strukturaci dojmů, myšlenek, rozhodnutí. Tento proces je nejčastěji nepozorovaný, trvá dlouhou dobu a má různou intenzitu.

Intuice pracuje dvěma operačními styly:

- náhlým, kdy se z nahromaděného myšlenkového materiálu „rázem“, relativně rychle doplní, dokombinuje, proklesí chybějící, ale rozhodující část, syntetizují se dva oddělené systémy a vznikne systém nový,
- postupným a dlouhodobým opracováním méně jasných nehotových myšlenek, postupnou strukturalizací systému, eliminací nepotřebných prvků, přidávání dalších.

Intuice je procesem, který je vždy připraven zmocňovat se problémů, rozpracovaných řešení, kreativních podnětů, které vyvolávají ještě málo zformovanou snahu něco udělat. Ke zmocňování dochází zejména tehdy, když je bdělost vědomých myšlenkových procesů, program řešení reprezentovaný heuristickou procedurou, nějak oslabena (při odpočinku, únavě, probuzení, při vnímání působivých podnětů estetické kvality apod.). V situacích, kdy se proud operujícího vědomí pozastavuje, mění, obrací, oslabuje ve své intenzitě, nastupuje jeho intuitivní pokračování. Tento nástup můžeme urychlovat, umožňovat. Uvolněnost tvůrčího procesu od regulujících činitelů, spouštěcích, směřujících a ukončujících různé činnosti, je potom základní podmínkou těchto zásahů. Při tvůrčí činnosti vyžadující kooperaci a lidské interakce je většinou tato uvolněnost nejmenší. Proto můžeme intuici lépe využít v individuálním tvůrčím procesu, ve vědecké činnosti a nejobtížněji v řízení, ve výchově a dalších sociálních aktivitách.

Metodika tvorby není v žádném oboru založena jen na některých metodách a operacích, ale musí využívat celé škály metod a vhodně je zařazovat do činnosti. Selželi emocionální myšlení, je třeba nasadit vědomě pracující intelekt.

Bariéry (překážky) tvořivé činnosti

Tvořivé myšlení je podmíněno nejen zvládnutím správných myšlenkových postupů, uplatněním specifických schopností, ale i využitím generátoru (akcelérátoru)

myšlení a překonáním různých inhibitorů (retardačních činitelů, bariér a překážek) myšlení. Různé bariéry působí na tvořivého člověka jednak zvenčí, jednak tvořivé aspirace mohou být ohrožovány silami, které si v sobě utváří člověk sám. Prolamování bariér je proto základní cestou, kterou si člověk musí osvojit, má-li se skutečně propracovat ke svým nejvlastnějším schopnostem, umožňujícím mu uplatňovat tvořivé myšlení v celé jeho šíři.

Bariéry vnější (bariéry prostředí, bariéry sociální)

Bariéry kultury (předsudky, přežívající kulturní vzorce, zvyky, názory sociálních skupin)

Podceňování fantazie a reflexe jako něčeho nepřesného, nevědeckého, považování fantazijního myšlení za ztrátu času. (Bez uplatňování fantazijního myšlení je však tvořivost nemyslitelná).

Odsuzování hravosti jako něčeho dětinského a nezodpovědného. (Charakteristickým znakem tvořivosti je spojování dosud nesouvisejících prvků do nových struktur. Bez hravého přístupu a nezávislého fantazírování se určité fáze tvůrčího procesu neobejdou).

Pověra považující řešení problémů za vážnou záležitost, v níž není místo pro *humor*. (Humor však tvoří podstatnou složku zdravé tvorby nápadů. Originální humorná myšlenka, vyřčená při skupinovém řešení problému /např. při brainstormingu/, dokáže vyprovokovat smích vedoucí k uvolnění napětí a tvorbě dalších originálních nápadů).

Výhradní preference logiky, čísel a podceňování citu, intuice a kvalitativního posuzování. Zdůrazňování jednoho typu myšlení a současně zanedbávání druhého. (Tvořivý člověk však nemůže pracovat pouze extrapolací minulých výsledků, nýbrž musí také využívat fantazie a intuice).

Posilování funkce udržovací (reproduktivní) na úkor fikce inovační. Dávání přednosti tradici před změnami. (Pokrok je však nemyslitelný bez překonávání starého a

tvorby nového, dosud nepoznaného).

Dogmatismus některých názorů předkládaných k slepému dodržování bez možnosti jejich objektivního přehodnocení. (Tvořivost však vyžaduje svobodu, uplatňování vlastních názorů, samostatného rozhodování).

Zastávání názoru, že všechny problémy lze vyřešit pouze soustředěným náparem, vědeckým myšlením a dostatkem prostředků. (Problémy, které se nalézají v oblastech jevů, kterých dosud nebylo porozuměno, však vyžadují ke svému řešení mnohem více, než úzce chápaný vědecký přístup a dostatek prostředků).

Bariéry vznikající na úrovni řízení a organizace práce

- obavy z ohrožení vlastního postavení,
- konzervatismus, nepružnost, neochota při zavádění něčeho nového, byrokratická a právní omezení,
- omezování prostoru pro tvořivost, přeceňování mechanické rutinní práce, ubíjející potenciál.

Při prosazování nových myšlenek je třeba brát v úvahu, že celý proces je zasazen do určitých sociálních situací, daných zákony, předpisy, normami, zvyklostmi a záleží i na kvalitách zúčastněných lidí a na celkovém sociálním klimatu.

Bariéry vznikající v pracovních skupinách (nepříznivé klima)

- kritický přístup kolektivu ke všemu, co se vymyká průměrnosti,
- atmosféra nepochopení, ignorace, závisti

Bariéry vnitřní (psychické, subjektivní, mentální)

Zábrany ve vnímání

Bariéry vnímání představují překážky, které brání řešiteli jasně vnímat buď problém sám, nebo informaci nezbytnou pro jeho řešení.

Těžkosti ve vymezení (identifikaci) problému

Není-li problém správně formulován, nemůže být ani správně vyřešen.

Tendence vymežit problémovou oblast příliš široce.

Člověk si někdy klade předem nadměrně přísná omezení, daná profesionálním zaměřením.

Neschopnost vidět problém z různých hledisek.

Úspěšné řešení problémů stále více vyžaduje interdisciplinární přístup.

Stereotypnost pohledu na problémovou situaci.

Vidění toho, co očekáváme. Když řešíme nějaký problém delší dobu z jistého hlediska, zvykneme si na to a ztrácíme schopnost objektivnosti.

Přesycení informacemi a podněty.

Množství pravidelně se opakujících podnětů omezí naše možnosti věrné interpretace těchto vjemů.

Nevyužívání všech smyslových podnětů

Postojová uzavřenost, zaměřenost

Postojová uzavřenost se projevuje rigidním a dogmatickým myšlením, charakteristickým odporem k jakýmkoli změnám. Každý člověk se na skutečnost dívá „přes brýle svých dosavadních názorů“.

Zaměřenost myšlení znemožňuje odpoutat se od reality, kterou jsme určitým způsobem vedeni, na kterou jsme zaměřeni. Člověk je často v zajetí jevů, procesů a nechává se vést jednotlivými, mnohdy však nepodstatnými fakty, které ulpívají na povrchu celkové skutečnosti.

Předsudky způsobují, že myšlení je uzavřené a nepřístupné jakémukoli faktu, poznatkům, úvahám, které jsou v rozporu s tímto předsudkem. Předsudky zablokují přijímání zcela správných, pravdivých, racionálních, logických argumentů.

První myšlenka (první dojem) má v úvahách často dominantní postavení a blokuje další myšlenky, jsou-li s ní v rozporu. První myšlenky jsou však povrchní, nahodilé, nepřesné. Jejich síla je však značná a brání příchodu nových, lepších a důležitějších myšlenek.

Emocionální zábrany

Konfrontace nového nápadu s názory okolí uvádí řešitele do komplikovaných situací. Psychika se brání nepříjemným stavům.

Strach udělat chybu, selhat, riskovat.

Neschopnost tolerovat dvojznačnost, touha po bezpečí, pořádku, nechuť k chaosu.

Preferování role posuzovat nápady před rolí tvořit nápady. Předčasná analýza námětů na řešení a jejich posuzování zbavuje řešitele hlubšího proniknutí do problému.

Neschopnost vnímat problémy (málo rozvinutá senzitivita)

Vyhýbání se problémům je projevem nízké motivace, resp. nedostatečné vnější stimulace.

Nadměrné nadšení, přílišná motivace k rychlému úspěchu

Neschopnost využívat a ovládat představivost.

Tvořivost naopak vyžaduje manipulovat se zážitky a představami a vzájemně je spojovat a kombinovat.

Neschopnost rozlišit realitu od fantazie

Intelektové a výrazové bariéry

Intelektové bariéry vedou k neefektivní tvorbě mentálních taktik. Výrazové bariéry omezují schopnost sdělovat myšlenky.

Řešení problémů využitím nesprávného jazyka

Vzdělání a profesní specializace vytvářejí určité vzorce řešení problémů. V konfrontaci s novými situacemi se projevuje tendence použít tyto navyklé způsoby, i když to není na místě.

Nesprávné informace nebo nedostatek informací.

Je také třeba, aby řešitel nasycený informacemi neztratil nezaujatou mysl.

Nedostatečná výrazová dovednost k vyjádření na zaznamenávání myšlenek.

2.2. Aktivizující metody při výuce fyziky

2.2.1. Motivujeme žáky

Kyriacou [11] zastává názor, že důležitým rysem dovedností uplatňovaných při vytváření klidného a tvůrčího klimatu třídy je podpoření motivace žáků k učení. Přitom je užitečné rozlišit tři hlavní vlivy působící na motivaci žáků ve třídě:

- vnitřní motivace
- vnější motivace
- očekávání úspěchu

Vlivy působící na motivaci žáků

Vnitřní motivace se týká toho, do jaké míry se žáci zapojují do činnosti proto, aby uspokojili svou zvědavost a zájem o probírané téma nebo aby získali schopnosti a dovednosti při plnění požadavků, které jsou na ně kladeny. Záleží tedy na tom, do jaké míry jsou pro ně učební činnosti samotné podnětem k vyvíjenému úsilí. Zdá se, že všichni lidé v sobě mají přirozený prvek zvědavosti a přejí si rozvinout schopnosti a dovednosti v různých oblastech. Získání daných dovedností je přitom cílem samo o sobě, nikoli prostředkem k dosažení dalších cílů.

Vnější motivací rozumíme účast na činnosti proto, aby určitý jedinec dosáhl určitého cíle, který mu skýtá určitou odměnu z hlediska samotného úkolu. Zapojení do činnosti je v tomto případě prostředkem k dosažení jiného cíle (například pochvaly od rodičů nebo od učitele, obdiv spolužáků nebo vyhnutí se nepříjemným následkům neúspěchu).

Vnitřní a vnější motivace jsou často stavěny proti sobě. V podstatě však nejsou neslučitelné. Mnozí žáci totiž mají vysokou vnitřní i vnější motivaci pro zapojení do určitého úkolu. Například se pilně učí fyziku jednak proto, že se jim fyzika líbí, jednak proto, že je pro ně důležité dosahovat dobrých výsledků, aby mohli realizovat svou profesionální kariéru.

Očekávání úspěchu se týká toho, do jaké míry žáci cítí, že v určité činnosti budou mít pravděpodobně úspěch. Většina žáků se nebude usilovně namáhat uspět v činnosti, o které se domnívají, že je pro ně příliš obtížná, a že tedy stejně nemají mnoho šancí na úspěch. Je ovšem zajímavé, že ne všechny úkoly, u nichž žáci cítí, že by v nich mohli snadno uspět, jsou motivující. O příliš jednoduchých úkolech si žáci mohou říkat, že nestojí za námahu, jedině když by k jejich splnění měli nějaký vnější důvod. Z výzkumu vyplývá, že *nejlépe žáky motivují takové úkoly, které žáci vnímají jako výzvu, tedy obtížné, ale dosažitelné.*

Podporujeme motivaci žáků

Ve snaze vzbudit u žáků motivaci jsou důležité techniky související s vnitřní a vnější motivací žáků a jejich očekáváním úspěchu. Existují však velké rozdíly v tom, jak a kdy lze jejich vnitřní a vnější motivaci a očekávání úspěchu aktivizovat.

Je to do značné míry ovlivněno jejich zkušenostmi z domova (obzvláště toho, do jaké míry je rodiče povzbuzují, aby se zajímali o učení ve škole, snažili se dosáhnout dobrých výsledků v učení a vážili si jich), jejich zkušenostmi se školou (především jejich dosavadními zkušenostmi s úspěchem a selháním) a také tím, jak vnímají, co od nich učitel očekává a jaké požadavky na ně klade při zadávání různých úkolů. V kontextu tvořivého a dovedného vyučování je nejdůležitějším faktorem potřeba zajistit, aby žáci byli podporováni a povzbuzováni k učení, a předávat jim vysoká kladná očekávání. Ta musejí být realistická, ale náročná; musejí sdělovat, že činnosti

jsou cenné a zajímavé, a především že na tvořivém myšlení a pokroku každého žáka skutečně záleží.

Stavíme na vnitřní motivaci

Mezi strategie, které využívají vnitřní motivace žáků, patří výběr témat, která budou pro žáky pravděpodobně zajímavá, zejména pokud nějak souvisejí s jejich vlastními zkušenostmi.

Podnítit zájem žáků můžeme i tím, že jim nabídneme možnost vybrat si úkol. Protože do vnitřní motivace patří instinktivní touha po zvyšování schopností i přirozená zvědavost, je možné tuto motivaci žáků podpořit pravidelně poskytovanou zpětnou vazbou o rozvoji jejich dovedností a schopností. Významné je také poukázání na to, co nového mohou nyní pochopit v porovnání s mírou porozumění, kterou měli před začátkem práce na daných úkolech.

Stavíme na vnější motivaci

Mezi strategie, které využívají vnější motivace žáků, patří spojování vynaloženého úsilí a dosaženého úspěchu s hmotnými odměnami a výhodami. Musíme však pečlivě dbát na to, aby odměny i výhody, které žákům nabízíme, byly pro ně skutečně žádoucí a nepodkopávaly jejich vnější motivaci nebo nezpůsobovaly odcizení žáků, kteří přes veškerou upřímnou snahu tuto odměnu nedostali.

K dalším strategiím patří odměny související s prestiží, například dobré známky v daném předmětu nebo jiné formy uznání za úsilí nebo úspěch. I zde je však třeba upozornit, že mají-li takové odměny příliš silnou tendenci vyvolávat soutěživost, musíme si dávat pozor, jaký budou mít vliv na jiné žáky. Pochvala je velmi důležitým a mocným motivujícím prvkem, ovšem její účinky závisejí na tom, jak dovedně je používána. Pochvala, která výslovně souvisí s úsilím a výsledky žáka, která vyjadřuje upřímné potěšení učitele a je používána věrohodně, je efektivnější než pravidelně poskytovaná pochvala, která tyto vlastnosti postrádá.

Vnější motivaci můžeme také posílit, když žáky upozorníme, čím je probíraná činnost užitečná a důležitá a jak souvisí s jejich potřebami.

Stavíme na očekávání úspěchu

Mezi strategie, které využívají očekávání úspěchu žáků, patří zadávání takových úkolů, které jsou pro žáky přiměřeně náročné a zároveň jim poskytují reálnou naději na úspěch. Musíme přitom vzít v úvahu jejich schopnosti a dříve probrané učivo.

Především však je třeba pokusit se minimalizovat zbytečné zklamání, které by žáci mohli pocítit, kdybychom činnost připravili špatně. K tomu je třeba hned od začátku vyučovací hodiny pozorně sledovat postup práce žáků a rychle poskytovat podporující zpětnou vazbu v případech, kdy žáci narazí na větší obtíže.

Pomoc a očekávání pedagoga musí vyjadřovat důvěru v žáky a přesvědčení, že s patřičnou dávkou úsilí se jim dílo podaří. Dále je důležité žákům vštěpovat myšlenku, že úspěch je v jejich rukou a že si musejí všimnout, jak k úkolům přistupují, jak jsou vytrvalí ve snaze propracovat se k dobrým výsledkům, a že jejich ochota trvale se snažit se nedá ničím nahradit.

2.2.2. Pokusy ve výuce fyziky

Experiment ve fyzikální vědě a ve výuce fyziky

Podívejme se na tuto problematiku z pohledu Svobody a Kolářové [12], kteří zastávají názor, že základní činností fyzika při získávání poznatků je pozorování fyzikálních jevů, jejich popis a rozbor, hledání jejich fyzikálních zákonitostí a jejich formulace ve formě fyzikálních zákonů. I v případě, že fyzik nalezne některý zákon deduktivně z jiných již známých zákonů, jsou původním zdrojem nového objevu zákony získané pozorováním, experimentováním a rozbořením získaných faktů.

Zkoumané fyzikální děje jsou většinou poměrně složité. Probíhají za špatně kontrolovatelných podmínek a za nesnadno opakovatelných situací. Jejich rozbor je proto zpravidla velmi obtížný, často vůbec neuskutečnitelný. Proto se ve fyzikální vědě záměrně uměle navozují děje s předem stanovenými podmínkami tak, aby bylo možné je za stejných podmínek opakovat, popřípadě je vhodně obměňovat. Tato vědecká poznávací metoda ve fyzikální vědě se nazývá *fyzikální experiment* (též *fyzikální pokus*). Fyzikálnímu experimentu předchází logická analýza jevu, teoretická příprava

experimentu, jejíž součástí je i předvídání průběhu jevu, výsledků a způsob jejich zpracování.

Podle účelu rozlišuje fyzikální věda *heuristický experiment* (z řeckého *heuriskein* = hledat), jehož účelem je nalézt dosud neznámou zákonitost jevu, a *ověřovací (verifikační) experiment*, při němž se má ověřit platnost fyzikálního zákona, který již byl, např. deduktivně, objeven, nebo se mají zjistit meze platnosti příslušného zákona. *Kvalitativní experiment* prokazuje existenci či neexistenci jevu, *kvantitativní experiment* slouží z zjišťování zákonitostí a jejich vyjadřování ve formě fyzikálních zákonů nebo fyzikálních teorií. Experiment, jehož postup a výsledky se deduktivně odvozují ze známých zákonů za idealizovaných podmínek, je *myšlenkový experiment*. Probíhá v podobě úvah, logických výroků apod. Jeho znakem je, že přináší nové poznatky bez ohledu na to, zda je v praxi realizovatelný. Často se umožňuje precizně promyslet reálné experimenty. *Modelování* je také druhem myšlenkového experimentu.

Klasifikace pokusů ve školské fyzice

V didaktické fyzikální literatuře se uvádějí různá kritéria pro klasifikaci pokusů. Nejčastěji klasifikujeme pokusy podle jejich zaměření, provedení, logické povahy a podle jejich didaktické funkce.

Podle zaměření klasifikujeme pokusy na demonstrační pokusy, prováděné učitelem, a na žákovské pokusy.

Demonstrační pokus je takový pokus navozený za určitých podmínek, který slouží žákům k motivaci výkladu, objevení či objasnění nových fyzikálních poznatků nebo k jejich ověření. Demonstrační pokus se ve vyučovacím procesu předvádí celé třídě. Jeho podstatným znakem je to, že všichni žáci soustředí pozornost v téže době na průběh jediného pokusu, který může provádět buď sám učitel, nebo ve spolupráci s jedním nebo více žáky.

Někdy se pro demonstrační pokus užívá termín *demonstrace*. Pojem *demonstrace* má ale širší obsah než pojem *demonstrační pokus*. Demonstrací rozumíme didaktickou činnost, při níž se užívají názorné prostředky k objasnění učiva. Takovými prostředky jsou např. demonstrační pokusy, ukázky reálných předmětů, materiální

modely, transparentní fólie, obrazy, grafy, nákresy na tabuli, filmy nebo videokazety, CD apod.

Demonstrační pokusy umožňují vytvářet počáteční představy o fyzikálních jevech, umožňují studovat vlastnosti fyzikálních objektů, jevů a procesů nebo ukazují na různá využití fyzikálních jevů nebo vlastností.

Žákovský pokus je pokus, který vykonává žák nebo skupina žáků v rámci vyučovacího procesu, popřípadě žák v rámci domácí přípravy. Žák při něm nejen bezprostředně poznává např. fyzikální jev, ale učí se též metodám poznávání. Ve srovnání s demonstračním pokusem má žák při pokuse žakovském užší kontakt s řešenou úlohou. U žáka se vzájemně doplňují jeho duševní a motorické činnosti vedoucí k novým poznatkům nebo k ověření předložených faktů. Žákovský pokus je prostředkem k rozvíjení tvůrčí a poznávací aktivity žáka při osvojování fyzikálního učiva.

Podle úrovně samostatnosti žáka při konání pokusu můžeme žákovské pokusy rozdělit na pokusy konané podle instrukce (návodu) učitele, podle návodu v učebnici fyziky nebo podle návrhu žáka a schváleného učitelem. Podle způsobu organizace a obsahu pokusu rozdělujeme žákovské pokusy na individuální, frontální, skupinové a laboratorní úlohy.

Individuální žákovský pokus je žákovský pokus, který provádí jeden žák. Např.: demonstruje ostatním žákům ve třídě jednoduchými prostředky existenci atmosférického tlaku; v rámci zkoušení dokazuje platnost Archimédova zákona pro kapaliny; provádí individuálně laboratorní úlohu; koná pokus na difúzi kapalin v rámci domácí přípravy; měří index lomu, elektrický odpor apod.

Frontální žákovský pokus je zpravidla jednoduchý fyzikální pokus, který konají současně všichni žáci ve třídě („v jedné frontě“) v rámci jedné části vyučovací hodiny pod přímým vedením učitelem. Nejčastěji jsou frontální pokusy prováděny ve dvojicích. Učitel zařazuje tyto pokusy do různých fází vyučovací hodiny, organizuje a řídí je tak, aby žáci podle svých schopností sestavovali pokusy postupně samostatně, příslušné jevy pozorovali, popisovali je a vyvozovali z nich správné závěry. Žáci také získávají dovednosti a návyky při zacházení s jednoduchými pomůckami. Pokusy trvají zpravidla 5 minut až 10 minut se stejným sledem pracovních operací. Pracuje se obvykle bez písemných návodů, učitel svými ústními pokyny řídí frontální práci,

sleduje žáky při provádění jednotlivých operací, radí žákům, dbá na střídání jednotlivců při různých činnostech, hodnotí práci jednotlivých skupin, zabezpečuje bezpečnost žáků. Frontální pokus je hlavní forma experimentální činnosti žáků zejména na základní škole. Je často konán v souladu s demonstrací učitele, na kterou žáci navazují nebo ji doplňují. Mohou ji také nahrazovat.

Podle obsahu pokusu, jeho cíle ve vyučovacím procesu a podle materiální vybavenosti školy pro žakovské frontální pokusy provádí frontální pokus každý žák sám, nebo ho konají dva až čtyři žáci společně. Přitom každý žák či skupina provádí týž pokus ve třídě se stejnými pomůckami.

Např. v 6. ročníku základní školy se žáci učí zapojovat jednoduchý elektrický obvod; v 7. ročníku skládají síly, měří velikost vztlakové síly; v 8. ročníku provádějí pokus s difúzí částic barviva ve vodě při dvou různých teplotách; v 9. ročníku určují ohniskovou vzdálenost spojky.

Lze také provádět frontální pokus se stejným námětem (obsahem), ale různými pomůckami nebo za různých podmínek. V tomto případě mluvíme o paralelních frontálních pokusech.

Např. je možné konat frontální pokus na ověření Ohmova zákona pro část obvodu, přičemž různí žáci zapojují do elektrického obvodu různé rezistory, pracují s různými napětími, používají ampérmetry a voltmetry s různou třídou přesnosti.

Laboratorní úlohy se uskutečňují v samostatných hodinách. Třída se dělí na dvě oddělení (je-li ve třídě více než 23 žáků), zpravidla v jednom týdnu koná laboratorní úlohy první oddělení, v následujícím týdnu druhé oddělení. Všechny skupiny tvořené nejčastěji dvěma až třemi žáky v každém oddělení pracují na stejné úloze se stejnými pomůckami. Od frontálního žakovského pokusu se laboratorní úlohy odlišují tím, že každá skupina pracuje vlastním tempem, obsah úloh je ve srovnání s frontálními pokusy náročnější a o každé laboratorní úloze musí žák vypracovat písemný záznam – protokol o provedení laboratorní úlohy. Při dostatečném materiálním vybavení může učitel organizovat laboratorní úlohy tak, že každý žák pracuje samostatně.

Laboratorní úlohy se konají podle návodů v učebnici, případně podle návodů vypracovaných učitelem (v některé literatuře se pro laboratorní úlohy tohoto typu používá názvu “tuhá cvičení”) nebo podle návodu připraveného žákem (na různé úrovni jeho samostatnosti) a schváleného učitelem (tzv. “volná” cvičení). Laboratorní úlohy rozvíjejí dovednosti a schopnosti pracovat s technicky dokonalejšími přístroji a pomůckami, vedou ke stále větší samostatnosti při experimentování.

Na laboratorní úlohy navazuje praktikum z fyziky (nepovinný předmět). Toto fyzikální praktikum poskytuje příležitost na opakování, prohloubení, rozšíření a syntézu dříve získaných vědomostí z různých tematických celků výuky fyziky.

Žákovské pokusy jsou významným prostředkem formování osobnosti žáka. Při jejich provádění se v individuální poznávací činnosti spojují osobní zkušenosti žáka a jeho předchozí vědomosti s aktuálními vjemy a zájmy, s vykonávanou prací a myšlením spolužáků. Proto jsou vědomosti, dovednosti a návyky žáků získané správně organizovanými a řízenými žakovskými pokusy hlubší a trvalejší než při osvojování jinými metodami.

Žákovské pokusy umožňují učiteli fyziky rozvíjet poznávací procesy, intelektové a manuální zručnosti žáků. Při těchto pokusech se rozvíjí pozorovací schopnost žáků, schopnost popsat a rozebrat pozorovaný jev, uvést jeho podstatné znaky, vyloučit z průběhu děje vliv některých činitelů, navrhnout zlepšení použitých pomůcek, vést si záznamy o průběhu a výsledku prováděného pokusu, zpracovat přiměřeným způsobem naměřené veličiny a z výsledků vyvodit správné závěry. V mnoha případech je žák veden k získávání potřebných informací i z mimoučebnicové literatury. Cenné je získávání zručnosti v práci s různými měřidly a dalšími používanými pomůckami, zručnosti v sestavování a obsluze ovládacích a měřících zařízení. Žáci získávají důležité pracovní návyky jako např. prověřit si stav pomůcek před konáním pokusu, návyk plnit pokyny pro práci s pomůckami, návyk kontroly správnosti získaných výsledků měření, návyk dodržování laboratorního řádu, návyk udržovat pracoviště v pořádku a čistotě, návyk dodržovat bezpečnost práce a pracovní hygienu.

Správně zvolené a dobře organizované žákovské pokusy přispívají k naplňování hodnotových cílů výuky, např. samostatnost, rozhodnost, aktivita, cílevědomost, ukázněnost, přesnost, zodpovědnost, hospodárnost, schopnost práci organizovat a spolupracovat se spolužáky, kritičnost a sebekritičnost.

Pokusy reálné (pravé pokusy) převádějí přímo fyzikální jev a jeho zákonitosti. Pokusy jsou přímo dostupné smyslovému pozorování zaměřenému na originální objekt či proces. Např. žák pozoruje, případně měří a pak vyhodnocuje: prodlužování pružiny v závislosti na jejím zatížení, nabití elektroskopu elektrostatickou indukcí, indukční čáry permanentního magnetu nebo vodiče s proudem, zobrazení daného předmětu spojnou čočkou, apod.

Pokusy modelové nepředvádějí skutečný zkoumaný jev, ale jeho náhradu (imitaci). Používají se zpravidla tam, kde povaha jevu (objektu) nedovoluje jeho bezprostřední zkoumání ani v laboratorních podmínkách a to pro složitost fyzikální skutečnosti. Proto je nutné zjednodušením, zobecněním, idealizací a abstrakcí dospět k takovému systému, který je modelem zkoumané skutečnosti. S tímto modelem pak demonstrujeme daný jev. Místo zkoumání originálního objektu, příliš složitého, nepřístupného apod., zkoumáme jiný objekt, zpravidla jednodušší, snadno realizovatelný a přitom zobrazující to hlavní, co je z daného hlediska nejcharakterističtější, co existuje ve studovaném objektu nebo jeho činnosti, co reprodukuje principy organizace a funkce studovaného objektu.

Vlastní modelování fyzikálního děje při školním experimentu může probíhat na různých úrovních. Nejobvyklejší je modifikace reálného děje nebo jeho transformace do jiné oblasti fyzikálních dějů, v níž sledovaná zákonitost lépe vynikne.

Originálu se nejvíce blíží modely modifikační, založené na stejném principu jako originál. Funkce modelu je však přizpůsobena požadavkům výuky fyziky, model má jednodušší konstrukci, vhodnější měřítko, je snadno rozebíratelný, apod. Typickými příklady jsou směšovací kalorimetr, model tepelného čerpadla, rozkladný transformátor nebo model trojfázového alternátoru.

U modelů transformačních modelovaný děj probíhá podle vlastní zákonitosti modelu, jež se však fyzikální podstatou liší od zákonitostí skutečného děje. Typickým příkladem je modelování tepelného pohybu, změn skupenství nebo pohybu elektronů v kovu na vzduchovém polštáři.

Ve školské praxi se také někdy používají transparentní modely. Jsou to modely vyrobené z transparentní plastické hmoty, přičemž vysoká názornost je docílena vhodným barevným odlišením jednotlivých funkčních částí demonstrovaných zařízení.

Podle logické povahy rozlišujeme pokusy kvalitativní a pokusy kvantitativní. Při demonstračních pokusech mají stejnou důležitost i frekvenci (na rozdíl např. od laboratorních úloh nebo praktik z fyziky).

Obsahem kvalitativních pokusů není vyvození matematických vztahů mezi fyzikálními veličinami, ale ukázka existence fyzikálního jevu. Na základě pozorování pak rozhodujeme, zda zkoumaný objekt má nebo nemá danou charakteristiku.

Při kvantitativních pokusech určujeme kvantitativní charakteristiku objektu nebo jevu. Účelem takových pokusů je zjišťování zákonitostí a jejich vyjadřování ve formě zákonů. Experimentální činnost, kterou při těchto pokusech provádíme, je měření.

Od kvantitativních pokusů proto požadujeme, aby naměřené hodnoty dávaly přesvědčivé výsledky. Tomuto požadavku je třeba přizpůsobit volbu přesnosti používaných měřidel, metody měření či zabezpečení podmínek, za kterých má jev proběhnout (např. za stálé teploty).

Didaktické funkce pokusů

Podle didaktické funkce (tj. podle funkce pokusů v poznávacím a kontrolním procesu probíhajícím v rámci vyučovací hodiny) lze pokusy (především demonstrační) rozdělit např. do těchto devíti skupin [12]:

- a) heuristické (objevitelské);
- b) ověřovací (verifikační);
- c) motivující učivo;
- d) ilustrační (expoziční);
- e) uvádějící fyzikální problém;
- f) aplikační (použitelné v praxi);
- g) historické;
- h) opakující a prohlubující (fixační);
- i) kontrolní (diagnostické).

Mezi těmito skupinami jsou i přechodné typy. Může se také stát, že tentýž pokus může mít v jednom případě heuristickou funkci, ve druhém případě funkci ověřující na základě rozhodnutí učitele fyziky. Daný pokus může být také v téže vyučovací hodině proveden dvakrát, na počátku hodiny jako motivující pokus, při vlastním výkladu jako aplikační apod.

Rozebereme nyní jednotlivé skupiny podrobněji s uvedením několika konkrétních příkladů.

a) Pokusy heuristické.

Tyto pokusy mají ve výuce fyziky zvláště významné postavení, protože při nich žáci sami „objevují“ pro ně dosud neznámé fyzikální poznatky. Aktivně se zapojují do vyučovacího procesu induktivním vyvozováním nového poznatku. Současně napodobují činnost experimentálního fyzika.

Příkladem kvantitativního heuristického pokusu je nalezení závislosti hydrostatického tlaku na hloubce pod volnou hladinou kapaliny, objevení zákona rovnováhy na páce, odvození Ohmova zákony pro část elektrického obvodu, objevení čočkové rovnice apod.

Příkladem kvalitativního heuristického pokusu je např. objevení nečekaného poznatku, že pryžové vlákno se s rostoucí teplotou zkracuje. Jiným příkladem je „objev“ žáků, že ve vakuu se zvuk nešíří.

b) Pokusy ověřovací.

Je-li nový fyzikální zákon nebo jiný fyzikální vztah odvozen deduktivně, popř. dogmaticky sdělen jako výsledek poznání ve fyzikální vědě, má být jeho platnost prokázána vhodným ověřovacím pokusem, je-li to v zásadě možné.

Mezi ověřovací pokusy můžeme zařadit také ty pokusy, kterými žáci ověřují správnost svého řešení předložené úlohy. Tento postup by neměl být učiteli opomíjen.

Např. žáci základní školy řeší nejprve teoreticky kvantitativní úlohu, kdy která žárovka svítí u dvoufázového lustru s vypínačem se dvěma tlačítky. Pak podle nalezeného schématu zapojení sestaví reálný obvod, který modeluje zapojení takového lustru, a pokusem se přesvědčí o správnosti svého řešení.

c) Pokusy motivační.

Pokusy z této skupiny většinou zařazuje učitel před výklad nového poznatku. Pokus je v tomto případě motivující faktor. Má podobný význam jako uvádění vhodných příkladů ze zkušenosti žáků.

Hlavní cíl motivačního pokusu spočívá v získání zájmu o nové téma vyučovací hodiny (popř. celého tématického celku), upoutání pozornosti na předmět zkoumání, případně názorné připomenutí určité zkušenosti z denního života žáků apod. Motivační pokus bývá zpravidla jednoduchý, s jednoduchými pomůckami, většinou nevyžaduje přesné vyhodnocení výsledků pozorování, jen ukazuje, jak např. jev probíhá. Pokus je často doprovázen světelnými či zvukovými efekty (něco shoří, spadne, zasvítí, zhasne

apod.). Velmi dobrým motivačním pokusem je pokus s nečekaným koncem nebo pokus uskutečněný s netradičními pomůckami (např. s hračkami). Také pokusy s tematikou, která zdánlivě s fyzikou nesouvisí, mohou plnit funkci motivačního pokusu. Všechny tyto pokusy si žáci lépe zapamatují a s nimi i příslušné fyzikální poznatky, ke kterým se pokusy vztahují.

Příklady:

- *Před výkladem měření teploty předvedeme pokus, že ruka není spolehlivým teploměrem. Vezmeme tři stejné nádoby. Do jedné z nich dáme studenou vodu, do druhé vlažnou vodu a do třetí velmi teplou vodu. Dáme prst jedné ruky do nádoby se studenou vodou a současně prst druhé ruky do nádoby s velmi teplou vodou. Po chvíli vložíme oba prsty současně do nádoby s vlažnou vodou. „Prsty se hádají“. Podle jednoho je teplá, podle druhého studená. Prsty nejsou dostatečně spolehlivým teploměrem, musíme hledat jiné možnosti, které nebudou založené na subjektivních pocitech.*
- *Před výkladem principu hydraulického lisu předvedeme pokus se snadným nadzvednutím žáka sedícího na podušce, kterou nafukujeme.*
- *Jako motivační pokus před probíráním vlastností povrchové vrstvy kapaliny je vhodné předvést, že na vodní hladině se udrží ocelová jehla, žiletka nebo malá mince.*
- *Než začne učitel vykládat galvanický článek, může předvést pokus s měřením elektromotorického napětí mezi dvěma elektrodami zasunutými do různého druhu ovoce. Vyzkouší se různé kombinace elektrod a různé ovoce.*

Někdy může učitel zadat provedení jednoduchého motivačního pokusu za domácí úkol. Ušetří tím čas a pro žáky je tato činnost v domácím prostředí zajímavá. Zadaný úkol musí být pro žáky srozumitelný a doma snadno a dobře uskutečnitelný. Na počátku výkladu v další vyučovací hodině může vybraný žák pokus provést znovu nebo je nutné aspoň pokus připomenout.

Např. žáci základní školy pozorují doma padající zrnko barviva (např. hypermanganu) v láhvi s vodou nebo zrnka barviva vloženého mezi dvě části rozříznutého bramboru. Na výsledek jejich pozorování pak učitel naváže v následující hodině fyziky výkladem difúze doprovázený dalšími pokusy. Podobně výklad fáze Měsíce může být založen na pozorování žáků.

d) Ilustrační pokusy.

Do této skupiny patří velká většina demonstračních kvalitativních pokusů, jejichž cílem je seznámit žáka s tím, jak zkoumaný jev vypadá.

Např. demonstrujeme: Brownův pohyb, rovnovážné polohy tuhého tělesa, var za sníženého tlaku, druhy elektrických výbojů za atmosférického tlaku, chování paramagnetické a diamagnetické látky v magnetickém poli, hranolové spektrum, ohyb světla apod.

Mnoho ilustračních pokusů může mít i heuristickou funkci.

Jestliže např. demonstrujeme ohyb bílého světla na mřížce (mřížkové spektrum bílého světla), žáci se nejen pasivně seznamují s tím, jak mřížkové spektrum vypadá, ale mohou sami vyslovit závěr o řazení barev maxim prvního a vyšších řádů podle vlnových délek, o symetrii rozložení maxim na obě strany od nultého (bílého) maxima a o šíři spekter vyšších řádů ve srovnání s maximem prvního řádu.

Ilustrační pokusy kvantitativní povahy mají mnoho podobného s ověřovacími pokusy. Liší se ale od nich jednak povahou poznatku, k němuž náležejí, jednak i časovým zařazením. Typickými příklady demonstračních pokusů jsou pokusy v kinematice pohybu hmotného bodu nebo kinematice vlnění. Při těchto pokusech neodvozujeme zákony, ale předvádíme pohyb a jeho vlastnosti nikoli s cílem heuristického odvození nových vztahů, nýbrž pro zvýšení názornosti.

e) Pokusy uvádějící fyzikální problém.

Pokusy navozující problémovou situaci mohou být také vhodnými motivačními prostředky před výkladem nových poznatků nebo součástí opakování a prohlubování učiva nebo při kontrole vědomostí žáků.

Před výkladem vedení tepla za základní škole předvede učitel např. pokus se zapálením papíru. Ukáže, že volný proužek papíru nad zapáleným kahanem snadno vzplane, ale když se proužek papíru navine na kovovou tyčku, tak se nedaří papír nad zapáleným kahanem zapálit. Hledá se odpověď na problémovou otázku „Proč papír v druhém případě nehoří?“.

f) Aplikační pokusy.

Součástí obsahu výuky fyziky je aplikace teoretických poznatků. Jednak se uplatňuje zásada sepětí teorie s praxí, jednak je často potřeba objasnit příliš abstraktní

poznatky na konkrétním využití fyzikálního jevu v technické praxi nebo v běžném životě.

Aplikační pokusy mají ve výuce fyziky rozmanitou funkci. Může jít např. o poznatek, který je sám o sobě předmětem výkladu (hydraulický lis, vývěva, transformátor, generátor funkcí, optické přístroje, hlásič požáru apod.), nebo jde o ilustraci principu technického zařízení (např. bimetalový proužek v kovových teploměrech, chladničkách či termostatech; polarizační filtr).

g) Pokusy historické.

Mezi tyto pokusy patří jednak ty, které mají historickou hodnotu (např. objev fyzikálního zákona), jednak pokusy znamenající v historii fyziky výrazný pokrok pro rozvoj fyzikálního myšlení a fyziky jako vědy vůbec.

Patří sem např.: Galileiův pokus (1590) s padostrojem (v podobě nakloněné roviny s hladkými žlábkami) prokazující, že dráha pohybující se kuličky se zvětšuje s druhou mocninou času; Torricelliho pokus (1643) jako základ měření atmosférického tlaku; Guerickeův pokus s magnetickými polokoulemi (1656) objasňující existenci atmosférického tlaku; pokusy Bouleno, Mariotta, Charlese a Gay-Lussaca vedoucí k plynovým zákonům; Jouleův pokus (1843) zabývající se problémem experimentálního určení změny vnitřní energie tělesa při změně jeho stavu; Oerstedův pokus (1820) prokazující existenci magnetického pole v okolí vodiče s proudem; Michelsonův a Morleyův pokus (1887) neprokazující existenci světelného éteru; Franckův-Hertzův pokus (v letech 1912-1914) potvrzující kvantování energie atomu; Klitzingův pokus (1985) na kvantový Hallův jev a další.

Z hlediska výuky školské fyziky je zřejmé, že většina historických pokusů může být ve vyučovací hodině jen popsána, přiměřeně vysvětlena včetně jejich významu pro další rozvoj fyzikálního poznávání. Učitel se přitom opírá jednak o historické poznámky uvedené v současných i dřívějších učebnicích, jednak o dostupnou knižní i časopiseckou literaturu.

Řada historických pokusů je proveditelná ve škole s dostupnými prostředky a plní funkci heuristickou nebo verifikační.

h) Pokusy opakující a prohlubující učivo.

K opakování a prohlubování učiva slouží např. všechny pokusy, které žáci provádějí ve formě laboratorních úloh. Pokud máme na mysli demonstrační pokusy, pak

se jako opakujících pokusů užívá těch, které už byly provedeny při výkladu nového učiva. Učitel by nikdy neměl považovat jednou předvedený pokus za odbytou věc. Opakováním zajistíme, že pokus nebude pro žáka jen zážitkem, ale důležitým zdrojem poznání.

Pokud je to možné, je vhodné opakující pokus připravovat jako pokus obměňující ve srovnání s původním odpovídajícím demonstračním pokusem. Tím je vytvořena možnost, jak poznat, že žák demonstrovanému fyzikálnímu jevu skutečně rozumí. Různorodé pokusy k témuž fyzikálnímu jevu musí mít učitel rovněž dobře promyšleny a musí vždy zvážit, jaký bude výsledný dojem žáka. Vzniklý dojem nesmí vyvolat zmatek v mysli žáka.

Obměnu demonstračního pokusu dosáhneme různými způsoby. Např. demonstraci Archimédova zákona s plným a dutým válečkem nahradíme provedením pokusu s mikrotenovým sáčkem naplněným vodou nebo obráceně. V jiných případech provedeme záměnu – např. při optickém zobrazení spojnou čočkou předmět umístíme na opačnou stranu, než tomu bylo při první demonstraci nebo místo kladně nabitě tyče použijeme záporně nabitou tyč při demonstraci elektrostatické indukce apod.

i) Pokusy kontrolní.

Při zjišťování stavu vědomostí, dovedností, návyků či rozvoje schopností se používá různých druhů zkoušek. Mezi ně patří zkouška experimentální, při níž má žák prokázat, zda rozumí smyslu pokusu, zda umí pokus naplánovat, sestavit, provést, vyhodnotit. Má také prokázat manuální dovednost. Částečnou informaci o naplnění těchto cílů získává učitel pozorováním experimentujících žáků např. při frontálních pokusech, laboratorních úlohách a také kontrolou zápisů a protokolů o prováděných pokusech. Úplnější informaci o experimentální činnosti žáků je třeba získávat zařazováním pokusů při zkoušení žáků.

Např. žák má k dispozici tyčový magnet a ocelovou tyčku stejného vzhledu. Experimentálně řeší úkol, jak pozná, která z obou tyček je magnet.

Didaktické požadavky na demonstrační pokus

Při provádění demonstračního pokusu musí být zachovány určité didaktické požadavky, má-li být dosaženo cíle, který do pokusu očekáváme. Těmito požadavky jsou:

1. Pokus má být organickou součástí vyučovacího procesu.

Má se provádět v době, kdy je účinek pokusu optimální. Vážným nedostatkem je proto odkládání pokusů na další hodinu či dokonce kumulace pokusů po několik hodin a pak jejich provedení najednou. Jen výjimečně, např. nezdaří-li se neočekávaně pokus při výkladu, provede učitel pokus dodatečně v další hodině. Z organizačních důvodů dochází také někdy k přesunu složitějšího pokusu z výuky v běžné třídě do výuky v odborné učebně.

2. Pokus má být připraven a proveden tak, aby byl jednoduchý, názorný, přesvědčivý a pochopitelný (srozumitelná interpretace).

V opačném případě je třeba pokus znova pečlivě připravit a pak provést. Není-li pokus jednoduchý, je nutno ho rozložit na dílčí části (kroky, etapy). Přitom je třeba zabezpečit, aby žáci měli celkový přehled o celém průběhu pokusu.

Pokus, při kterém je třeba pozorovat současně více jevů, je také třeba předvádět po etapách, při kterých žáci pozorují jednotlivé jevy. Potom provedeme celý průběh pokusu.

Typickým příkladem takového pokusu je pozorování pohybu tří ruček voltmetrů při demonstraci fázového posunutí napětí na cívkách trojfázového generátoru.

Pochopitelnost pokusu je podmíněna jeho jednoduchostí, ne příliš složitými přístroji a patřičným vysvětlením jejich funkce. Neporozumění složité sestavě pokusu je příčinou, proč žáci nerozumějí předváděnému jevu a jeho následnému vysvětlení. Velkou didaktickou hodnotu z tohoto hlediska mají pokusy s jednoduchými prostředky.

3. Pokus je třeba několikrát opakovat především pro děje, které probíhají velmi rychle.

Např. pokus na vznik a šíření postupného vlnění na mírně napnuté delší pružině je potřeba několikrát opakovat.

Ale i u pomalejších dějů je vhodné provést pokus několikrát, je-li možná reprodukce pokusu. Není to jen záležitost přesvědčivosti pokusu, jak bylo výše

uvedeno, ale i záležitost postupného soustředění všech žáků na probíhající pokus.

4. Žák má být pro pokus přiměřeně motivovaný a aktivně se má pokusu zúčastnit.

Cílem provádění pokusu není jen, aby žák pokus viděl, případně ho provedl sám, ale aby chápal pokus jako jednu z metod získávání fyzikálních poznatků. Tento hlavní motiv experimentální výuky fyziky je doplňován různými vedlejšími motivy, např. podílet se na přípravě pokusu (včetně přípravy myšlenkové), předvídat výsledky, cvičit se v pozornosti a ve správném popisu pokusného zařízení a průběhu pokusu, získat dovednosti, zažít pocit radosti z poznávání a objevování atd.

V průběhu pokusu si má žák vytvářet správné představy o předváděném jevu, pokus má aktivizovat jeho myšlení, formovat jeho osobnost. Pokus se nikdy nesmí stát samoučelným, musí být zaměřen ke konkrétnímu cíli.

Proti výše uvedeným ideálním motivačním prvkům stojí silně aktuální motivační hodnoty žáků. Např. žáci vítají provádění pokusů, zvláště jsou-li konány s velkým efektem. Kladný postoj žáků k pokusu vyplývá většinou z toho, že pokusy se jim zdají zajímavější a méně obtížné než předávání teoretických poznatků bez fyzikálních pokusů. Jestliže učitel sám vyjde vstříc tomuto postoji žáků neproblémovým předváděním pokusů, vzniká nebezpečí, že pokus bude znehodnocen na zábavnou a obveselující podívanou nebo že nabude příliš hračkářského rysu. To ale neznamená, že se nemohou provádět efektivní, překvapivé pokusy, pokusy s hračkami, obveselující pokusy apod. I tyto pokusy však musí sloužit cílům výuky, musí být promyšleně zařazeny do vyučovací hodiny.

Jako negativní motivy u žáků působí při pokusech strach před domněle nebezpečným pokusem (např. při práci učitele s vysokým napětím) a nebezpečí zesměšnění při experimentování (např. že se pokus žákovi nezdaří a třída se mu bude smát). To zabraňuje takovým žákům aktivně spolupracovat při pokusech. Zde musí učitel povzbuzováním pomáhat a zábrany překonávat.

5. Každý pokus má být doprovázen náčrtem, nákresem, schématem.

Náčrt, který ukazuje, jak je soustava pro pokus uspořádána, provádí učitel na tabuli nebo u složitějších schémat promítá náčrt z předem připraveného transparentu. V obou případech je nezbytné informovat žáky o souvislosti náčrtu a připraveného pokusu. Učitel také musí rozhodnout, které náčrty si žáci přepisují z tabule nebo transparentu do svých sešitů. Na to je třeba vymezit dostatek času. Lze také využít

předem rozmnožených náčrtů, které si žáci vlepí do svých pracovních sešitů. Jednodušší náčrty mohou provádět žáci sami.

V nižších ročnících se snažíme pokud možno o přesný souhlas uspořádání pokusu s nákresem používáním „paralelní projekce“. Ve vyšších ročnících tato projekce postupně ustupuje do pozadí při prostorovém přiřazování obrazového prvku skutečné součásti pokusného zařízení.

Hlavní fáze didaktického pokusu

Aby se fyzikální pokus (učitele i žáka) stal skutečně efektivním prostředkem formování osobnosti žáka a příkladem jednoho ze způsobů získávání fyzikálních poznatků, je třeba při jeho přípravě, průběhu a vyhodnocení rozlišovat tyto hlavní fáze:

a) Jasně stanovení cíle pokusu

Mezi *obecné cíle* pokusu patří především porozumění fyzikálním poznatkům a jejich aplikaci v praxi, rozvoj logického myšlení a schopnosti tvůrčím způsobem využívat nových poznatků k cílevědomé myšlenkové činnosti, přesvědčení o poznatelnosti světa a objektivní platnosti fyzikálních principů a zákonů, upevňování zájmu o fyzikální problematiku a o fyzikální technická povolání a další. Obecné cíle souvisejí s metodikou výkladu, s didaktickou funkcí pokusu.

Dílčí cíle pokusu plynou z vlastního obsahu učiva. Jde tu např. o konkrétní znalosti, porozumění, aplikaci, analýzu, syntézu či hodnocení. Dílčími cíly mohou být určité psychomotorické cíle (operační), např. sestavení obvodu, změření příslušné veličiny, obsluha přístroje a další. Rovněž hodnotové cíle jsou naplňovány pokusem, např. rozvoj schopnosti vnímání, pozorování, dodržování zásad a pravidel bezpečné práce při konání fyzikálních pokusů.

Zatímco cíl stanoví učitel ve shodě s výukovými záměry (v které části vyučovací hodiny bude pokus zařazen a jaká bude jeho didaktická funkce), vlastní myšlenková příprava pokusu (včetně návrhů potřebných pomůcek) může probíhat zvláště u jednoduchých pokusů za součinnosti žáka. Učitel navodí problémovou situaci tak, aby mohl být formulován problém, který povede k uskutečnění pokusu. Ztráta času, která vzniká s naplňováním této fáze pokusu v samotné vyučovací hodině, se bohatě vyrovná tím, že žáci hlouběji proniknou do problematiky jevu.

Myšlenková a technická příprava pokusu hraje velmi důležitou roli i v přípravě na laboratorní úlohy, nechceme-li začínat jen předložením hotového návodu postupu.

b) Vlastní provedení pokusu

Při provádění pokusu jsou žáci v maximální míře aktivizováni. Podstatné je, aby např. v případě heuristického pokusu byli žáci aktivními spoluvůrci objevu nového poznatku, v případě verifikačního pokusu pak ověřovali sdělený (teoreticky odvozený) poznatek atd.

V úvodu provedení pokusu je nutné zopakovat formulaci předpokladů, za kterých by měl pokus proběhnout (např. konstantní teplota, nezávislost indukčnosti cívky na procházejícím proudu apod.). Nutná je také např. volba kroku měření, rozsah měřidel, čtení na stupnici atd.

Aktivita žáků je také vyžadována v částečném shrnutí popisu, průběhu a vysvětlení pokusu.

c) Zhodnocení výsledků pokusu

Každý pokus se ukončuje kvalitativním nebo kvantitativním zhodnocením. V každém případě mají být žáci vedeni k tomu, aby průběh pokusu samostatně hodnotili a výsledky pokusu sami formulovali. Tím se uskutečňuje neformální probírání učiva. Kvalitativní pokus se uzavře obecným zjištěním, formulací závěru. Přitom se snažíme, aby žáci dospěli k výsledku pokusu po stránce obsahové i jazykové pokud možno diskusí. Nepřesnosti a jazykové neobratnosti se opraví dalším rozhovorem učitele s celou třídou nebo je opraví učitel sám. Pak se teprve věty píší na tabuli nebo diktují do sešitu. Není vhodné přebírat formulace doslova z učebnice fyziky.

Zhodnocení kvantitativních pokusů se kromě toho uzavírá matematickým vztahem nebo grafem. Variací jedné veličiny (zmenšováním nebo zvětšováním) se mají vztahy důkladně prodiskutovat a pak upevnit konkrétní výpočty. Vzájemné přiřazení – pokus, naměřené hodnoty, vztahy, grafy – dělá většině žáků veliké potíže a má být z různých hledisek vždy znovu promyšleno a přivedeno k hlubšímu porozumění souvislostí.

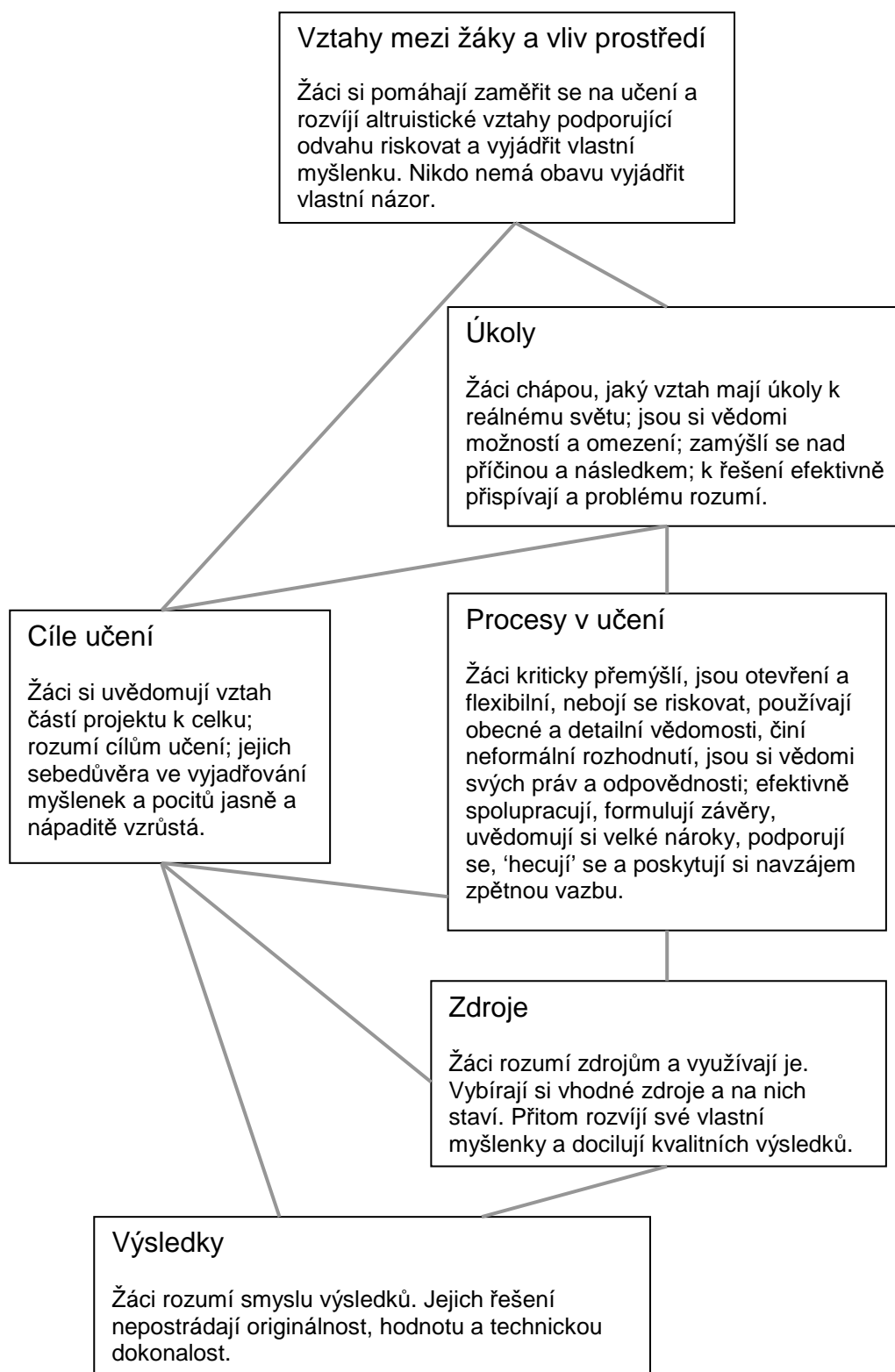
Součástí zhodnocení je také posouzení technického provedení pokusu (např. vysvětlení odchylek od očekávaných hodnot, kvalita pomůcek apod.).

Důležité je, aby se učitel vracel k provedeným pokusům i při opakování na konci hodiny či po probrání tematického celku.

2.3. Rozvoj tvořivosti při výuce fyziky – tvořivé vyučování

Koncepce tvořivého vyučování [13] je zaměřená na rozvoj tvořivého potenciálu žáků. Představuje komplex teoretických a empirických poznatků v oblasti cílů, metod a nástrojů, které směřují k rozvíjení tvořivosti žáků a k formování tvořivé osobnosti ve výuce. Vychází hlavně z nosných poznatků současné psychologie a pedagogiky o distribuci tvořivosti v lidské populaci a o jejím vývoji v procesu edukace.

Koncepce tvořivého vyučování se koncentruje hlavně na vytváření a aplikaci systému poznatků o tvořivosti, o jejích procesech a produktech v učební činnosti, o tvůrčích situacích, o tvůrčích subjektech a jejich vzájemné interakci v podmínkách vyučování a o didaktických prostředcích rozvíjení tvořivosti žáků v edukačním procesu. Řeší základní koncepční otázky taxonomie cílů výchovy k tvořivosti a jejich transformace do konkrétních didaktických prostředků, edukačních programů a strategií aplikovatelných v praxi tvořivého vyučování. Poskytuje konceptuální strukturu pro hodnocení tvořivé výuky (obr. č. 1).



Obr. č. 1. Schéma hodnocení tvořivosti [14].

Základem tvořivého vyučování je utváření podmínek pro rozvoj tvořivosti žáků a pro uplatnění různých druhů tvořivých činností ve výuce. To předpokládá uskutečnit didaktickou analýzu obsahu učiva z hlediska možností rozvíjení tvořivosti a metodické postupy orientovat tak, aby žáci získávali poznatky vlastními aktivitami a prostřednictvím vyučovacích metod. Tvořivost představuje jistou dovednost, kterou lze ve výuce zdokonalovat. K tomu však musejí být žáci obeznámeni s obsahem učiva a s tvůrčím postupem řešení učebních úloh. Tento postup se musí naučit aktivně používat (např. před laboratorní práce z fyziky musí učitel žáky nejprve s látkou seznámit, poučit je o bezpečnosti práce a teprve potom mohou žáci pracovat samostatně a vymýšlet nové postupy při práci, samozřejmě pod dohledem učitele).

Ústředním činitelem tvořivého vyučování je učitel, který zná teorii tvořivosti a didaktické prostředky rozvíjení tvořivosti žáků a uplatňuje je v praxi tvořivého vyučování.

Učitel může rozvíjet tvořivost žáků zejména pomocí obsahu učiva jednotlivých předmětů. Z něho se vyčleňují problémy a odvíjejí různé metody tvořivého vyučování, hlavně:

- *problémové metody* – problémový výklad, metody řešení problémových úloh;
- *dialogické problémové metody* – tvořivé dílny, tvořivé semináře;
- *výzkumná metoda, metoda autentického výzkumu, metoda řízeného objevování;*
- *metody změny úloh netvořivého charakteru na úlohy divergentního typu;*
- *metody volby diferencovaných úloh;*
- *inspirativní metody* – čtení životopisů vědců
- *demonstrativní a laboratorní metody* (pokusy ve škole);
- *hry jako metoda, didaktické hry;*
- *aktivizující metody* (simulační metoda)

Při realizaci koncepce tvořivého vyučování v praxi školy lze v teoretické rovině vycházet z *koncepce proměny retroaktivní výchovy (typické pro náš nedávný školský systém) na výchovu proaktivní.*

Retroaktivní výchova, při níž pedagog určitým způsobem reaguje až na nějakou konkrétní činnost, konání žáka, aby nějakým nespécifickým způsobem děti zaměstnal, je vlastně ve své podstatě výchovou proti tvořivosti.

Proaktivní výchova představuje opak předešlé koncepce – když pedagog neustále přemýšlí jaké situace, hry a úlohy připravit a jaké metody a postupy použít, aby se žáci optimálně rozvíjeli v souladu s výchovně-vzdělávacími cíli. Jestliže má výchova mít kreativizační dopad, musí subjekt (žáky) neustále uvádět do nových, jim neznámých situací. Tím se z vychovávaného stává aktivní jedinec, jehož činnost vyžaduje samostatnost a tvořivost.

Termín *kreativizace* vyjadřuje děj, vzestup. Jedná se o proces, kterým se subjekt a přeneseně i nástroj, sociální vztahy a podmínky stávají kreativními, tj. schopnými reprezentovat výsledek tvůrčího procesu a fungovat v dalším progresivním vývoji, změně.

Mimořádný význam *kreativizační hypotézy* pro pedagogickou praxi je v tom, že může představovat jednu z vhodných základů pro komplexní pojetí tvořivého rozvoje člověka. Vymezuje optimální podíly vlivu samotné činnosti a jejího předmětu, podmínek a sociálních vlivů, vlastního kreativizačního úsilí rozvojového subjektu i úlohy pedagogiky a psychologie při zvládnutí těchto vzájemných vlivů a posílení jejich rozvojové funkce. Z kreativní hypotézy přímo vyplývá koncepce výchovy k tvořivosti, jejímž prostředkem není pouze nacvičování postupů jak tvořivě řešit problémy. Její základ leží v subjekto-objektovém vztahu, v němž dochází k vzájemným změnám.

Tvořivé vyučování lze chápat jako učení se a vyučování činnostmi, a to tvořivým:

- poznáváním (vytváření pojmů, odhalování nových poznatků);
- hodnocením a prožíváním (tvorbou hodnotových rozhodnutí apod.);
- komunikováním (tvorbou výrazových prostředků ústní, písemné a pohybové komunikace a porozumění si);
- praktickým konáním (tvorbou a realizací projektů akčního přetváření inovační změny).

Základní principy rozvoje tvořivosti žáků v tvořivém vyučování

- Tvořivost je vlastní všem psychicky zdravým jedincům.
- Má procesuální charakter.
- Rozvíjí se činností.

- Od tvůrčí činnosti žáka není třeba očekávat bezprostřední sociální přínos, má však velký význam pro rozvoj jeho poznávacích a rozumových schopností a mnohostranný vývoj osobnosti.
- Změna úloh netvořivého typu na tvořivé je primární formou rozvoje tvořivosti žáků.
- Rozvoj tvořivosti ve vyučování musí vycházet z učebních cílů, obsahu učiva a probíhat v interakci s komplexem jiných učebních činností žáků.

Charakteristiky modelu tvořivého vyučování

a) Cíle:

- *Ideál – tvořivý žák*
Ideálním, konečným cílem tvořivého vyučování je tvořivá osobnost žáka.
- *Institucionální cíle*
Tyto cíle je možné konkretizovat prostřednictvím tzv. profilu absolventa, který představuje strukturu požadovaných vědomostí, dovedností, vlastností a charakteristik absolventa daného stupně školy.
- *Předmětové cíle*
Jsou formulovány v učebních osnovách jednotlivých předmětů. Od nich se odvíjejí cíle tématických celků a na nejnižší úrovni cíle konkrétních tvořivých vyučovacích hodin nebo jednotek. Od nich se odvíjejí specifické cíle.
- *Kognitivní výukové cíle*
Do této oblasti tvořivého vyučování patří zejména osvojování vědomostí, poznatků, faktů a intelektuálních dovedností.
- *Afektivní výukové cíle*
Zahrnují především osvojování motivačních, postojevých, emocionálních a hodnotových charakteristik v edukačním procesu realizovaném prostřednictvím tvořivého vyučování.
- *Psychomotorické výukové cíle*
V této oblasti tvořivého vyučování jde o osvojení různých psychomotorických dovedností při činnostech, které vyžadují nácvik nervosvalové koordinace

(například manipulace se žakovskými sadami při předvádění frontálních pokusů apod.)

b) Žák:

- *Specifika věku*

Představují velmi důležitý aspekt efektivnosti rozvoje tvořivosti žáků v tvořivém vyučování. Při realizaci jeho cílů musí učitel přihlížet k věkovým specifikám.

- *Kreativizace*

Tato charakteristika tvořivého vyučování vychází z jeho základních principů a teoretických východisek.

- *Humanizace*

Humanistická orientace tvořivého vyučování znamená, že tvořivost jako prostředek humanizace je základní činnostní princip socializace, sebeutváření a formování osobnosti žáka v humanisticky orientované škole.

- *Kognitivní charakteristiky*

Jedná se rozvoj kognitivních psychických procesů žáka, a to zejména:

- vnímání;
- paměti – pamatování si, podržení v paměti a znovuvybavení, vzpomenout si na fakta, informace;
- myšlení:
 - konvergentní – charakterizuje se jako logicko-deduktivní, uplatňuje se v úlohách s jedním řešením nebo ohraničeným počtem správných odpovědí, které logicky vyplývají z daných operací;
 - divergentní – myšlenkový proces se rozbíhá v nejneočekávanějších směrech s neomezeným počtem řešení. Zahrnuje proces reorganizace a restrukturalizace vědomostí, vede k originálním produkcím, které jsou výsledkem zkušeností a nových kombinací vznikajících z toho, co už je známé;
 - tvůrčí – nejvyšší forma tvůrčího procesu a nejkompexnější kognitivní funkce;

- *Afektivní charakteristiky*

Jedná se zejména o osvojení adekvátních postojů žáků k tvořivému vyučování, jde

o rozvoj jejich vnitřní motivace k řešení tvořivých úloh, o formování adekvátních hodnotových orientací žáků (humánní, etické, estetické hodnoty) a o citovou výchovu realizovanou v procesu tvořivého vyučování (naučit žáky toleranci, rozvíjet jejich sociální vztahy, komunikaci s učiteli, spolužáky – např. spolupráce ve skupině při hodině fyziky).

- *Psychomotorické charakteristiky*

Jedná se o nácvik a výuku praktických dovedností (např. práce s přístroji, zkumavkami apod.).

c) Učitel:

- *Tvůrčí osobnost*

Tvůrčí osobnost učitele je ústředním činitelem tvořivého vyučování. Učitel musí nejenom znát teorii a metodologii rozvoje tvořivosti žáků, ale musí být i sám tvořivým. Tvůrčí osobnost učitele charakterizují především: humanistická orientace, inovační výuka a tvořivé sebereflektivní a sociálně-komunikativní dovednosti.

- *Celoživotní vzdělávání*

Realizace cílů a obsahu tvořivého vyučování ze strany učitele předpokládá neustálý rozvoj jeho znalostí a schopností tvořivě učit, především ovládnutí teorie a metodiky tvořivého vyučování. To může zabezpečit pouze komplexní institucionální systém celoživotního vzdělávání učitelů.

- *Seberealizace*

Proces formování tvůrčí osobnosti učitele v systému celoživotního vzdělávání vytváří předpoklady pro jeho úspěšnou profesní seberealizaci. Vývoj profesní dráhy učitele od bodu výběru učitelské profese, přes praxi začínajícího a posléze zkušeného učitele by měl vyústit ne do role „vyhaslého, konzervativního“ učitele, ale naopak učitele tvořivého a na vrcholu své kariéry, který využívá plody celoživotní práce ve prospěch formování tvořivé osobnosti žáka v tvořivém vyučování.

- *Vědomosti*

Představují rozvíjení a prohlubování vědomostí a znalostí učitele z oblasti teorie a metodiky tvořivého vyučování v systému celoživotního vzdělávání učitele.

- *Aplikace*
Aplikační úroveň předpokládá realizaci komplexu interakcí tvořivých činností učitele, žáka, okolí školy na základě kreativizace obsahu učiva v praxi tvořivého vyučování. Je to využití osvojených vědomostí z teorie a z metodologie tvořivého vyučování v konkrétní práci s žáky při realizaci cílů výuky.
- *Hodnocení*
Zahrnuje sebereflexi a hodnocení výsledků své práce, ale i tvůrčí produkci žáků ve výuce na základě humanistické a demokratické orientace. Může obsahovat případně i hodnocení jinými osobami (školní inspektor, ředitel školy, supervizit).

d) Učební obsah - kurikulum:

- *RVP – ŠVP [12]*
Kurikulární dokumenty jsou vytvářeny na dvou úrovních – státní a školní. Státní úroveň představují Národní program vzdělávání (NVP) a Rámcové vzdělávací programy (RVP). Národní program vzdělávání formuluje požadavky na vzdělávání jako celek, Rámcové vzdělávací programy vymezují závazné rámce vzdělávání pro jednotlivé etapy vzdělávání (základní – RVP ZV). Těmito rámci je vymezeno organizační uspořádání vzdělávání na daném stupni školy, podmínky přijetí ke vzdělávání, způsob a podmínky ukončování vzdělávání, pojetí a cíle výuky, klíčové kompetence, povinný obsah učiva, očekávané výstupy všeobecného i odborného vzdělávání a rámcový učební plán. Školní úroveň představují Školní vzdělávací programy (ŠVP). Podle nich se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách. ŠVP si vytváří každá škola sama podle zásad stanovených v příslušném RVP. Oba programy – RVP a ŠVP – jsou veřejné dokumenty.
- *Fakta*
Jako jeden ze tří základních prvků obsahu učiva (fakta, pojmy, generalizace) představují určité výpovědi o konkrétních objektech. Učení se faktům představuje základní prvek zvládnutí daného souboru učiva. Struktura obsahu učiva představuje určitý soubor faktů a jejich vzájemných vztahů v učební látce. V tvořivém vyučování je potřebné předkládat žákům fakta zajímavým způsobem a rozvíjet jejich schopnost začlenit nová fakta do existující struktury informací. Je potřebné

pamatovat přitom na to, že k tvorbě nových originálních řešení dochází na základě procesu restrukturalizace starých faktů, poznatků a zkušeností do nového obsahu.

- *Pojmy*

Pojmy představují určité kategorie nebo třídy věcí (myšlenek), které mají společně určité nejdůležitější podstatné vlastnosti. Pojmy je možné rozlišovat na konkrétní a abstraktní. Pojmy představují základní stavební kameny obsahu učiva. V tvořivém vyučování je např. velmi užitečnou pomůckou pro přiblížení struktury učiva žákům pojmová mapa. Tvorba pojmové mapy představuje tvořivý myšlenkový proces, jehož produktem je vizuální zobrazení souvislostí a vztahů mezi poznatky v dané oblasti učiva.

- *Generalizace*

Zevšeobecnění představuje výrok, který vyjadřuje vztahy mezi dvěma nebo více pojmy. Učení se generalizacím představuje v tvořivém vyučování rozvíjení nejvyšší formy kognitivních procesů myšlení, tj. tvořivého myšlení. Generalizace vycházející z faktů a pojmů vyžadují syntézu konvergentního a divergentního myšlení. Charakterizuje je především to, že nejsou absolutní a jednoznačné, že se týkají mnohých jednotlivých případů a k jejich potvrzení je potřeba vícero experimentů a ověření v praxi.

e) Didaktické prostředky:

- *Principy*

Principy tvořivého vyučování vyjadřují základní všeobecná pravidla pro aplikaci tvořivého vyučování v praxi.

- *Organizační formy*

Organizační formy tvořivého vyučování představují vnější uspořádání podmínek, v nichž se realizuje jeho obsah. Pro tvořivé vyučování jsou charakteristické zejména tyto formy: individuální vyučování, týmové a kooperativní, projektové a diferencované vyučování. Při tvořivém vyučování je potřeba, aby učitel podle obsahu vybral nejvhodnější formu. Měl by vycházet z principů a základních teoretických východisek tvořivého vyučování a zvolenou formu vyučování přizpůsobovat konkrétním cílům vyučování hodiny.

- *Materiální didaktické prostředky*

K materiálním didaktickým prostředkům patří pomůcky, technické výukové prostředky (auditivní, vizuální, audiovizuální technika, výukové počítačové systémy), organizační a reprografická technika, výukové prostory a jejich vybavení, vybavení učitele a žáka. Jednou z nezákladnějších pomůcek učitele v tvořivém vyučování jsou učebnice a v případě fyziky také dobře vybavený kabinet.

f) Strategie:

- *Řízení třídy*

Základním cílem řízení třídy v tvořivém vyučování je vytvoření příznivého prostředí, stimulačního socioemočního klimatu a tvořivé atmosféry k rozvoji tvořivosti žáků. Učitel v tvořivém vyučování při řízení třídy vychází z humanistických tradic, přičemž vystupuje spíše jako poradce ve výuce než jako představitel autority a přísně disciplíny ve třídě.

- *Humanizace*

Hodnocení v tvořivém vyučování je orientováno na humánní postoje a vztahy učitele k žákovi jako k lidské osobnosti. Klasifikační řád učitel tvořivě aplikuje na podmínky vyučování, s důrazem na humánní stránku hodnocení. Zdůrazňuje se především motivační a nejenom poznávací funkce hodnocení. K této charakteristice patří i hodnocení efektivního tvořivého vyučování s důrazem na posuzování faktorů novosti a užitečnosti v produkci žáků při řešení učebních osnov. Při hodnocení produktů a výsledků učební činnosti žáků v tvořivém vyučování je potřeba aplikovat demokratické a humanisticky orientované hodnocení, při kterém převládá slovní hodnocení nad klasifikací.

- *Tvořivé úlohy*

Nahrazení části netvořivých učebních úloh úlohami divergentního charakteru patří k základním metodám tvořivého vyučování.

- *Tvořivé vyučovací hodiny*

Obsah a struktura tvořivé hodiny patří k základním strategiím tvořivého vyučování. Prostřednictvím tvořivých hodin se realizují jeho cíle a obsah. Tvořivé hodiny jako strategie tvořivého vyučování mohou být realizovány prostřednictvím rozvíjení faktorů tvořivosti (flexibility, originality atd.), prostřednictvím aplikace tvořivých

metod (problémových, heuristických, aktivizačních atd.) nebo mohou být realizovány jako celé badatelské hodiny, prostřednictvím výzkumné metody.

- *Tvořivé programy*

Programy tvořivého vyučování představují komplexní systém didaktických prostředků a způsobů jejich aplikace v tvořivém vyučování, prostřednictvím kterých učitel cílevědomě rozvíjí tvořivost žáků.

g) Podmínky:

- *Vzdělávací politika*

Představuje edukační politiku společnosti (vlády, ministerstva školství, škol a jiných společenských institucí), a to ve všech článcích školského systému – v jeho řízení, cílech, podmínkách, metodách, organizačních formách i materiálních prostředcích investovaných do vzdělání. Její charakter a realizace v konkrétních společenských podmínkách se promítá ve formování koncepce, metodologie a v praxi tvořivého vyučování.

- *Okolí školy*

Tato charakteristika představuje vztahy mezi školou a rodinou, školou a okolními institucemi. Jsou to také aktivity školy ve vztahu ke společnosti, jakými jsou např. osvětová nebo jiná vzdělávací činnost školy nebo vlivy prostředí na rozvoj tvořivého vyučování ve škole (např. zabezpečení učebnicemi, materiálním vybavením, podpora rodičů a institucí).

- *Management školy*

Tato charakteristika se projevuje v kvalitě tvořivého vyučování hlavně tím, že vytváří adekvátní podmínky pro jeho zabezpečení uvnitř školy. Realizuje se především ve třech hlavních oblastech, a to:

- v plánování pedagogického procesu a jeho materiálním zabezpečení;
- v organizaci vyučovacího procesu v rámci školy;
- v jeho kontrole a hodnocení.

- Efektivní tvořivé vyučování předpokládá řízení školy jako samosprávné instituce s vysokou participací učitelů, rodičů i žáků a přátel školy v samosprávě školy. Tím se zvyšuje vzájemná kooperace všech zúčastněných subjektů edukačního procesu

na managementu školy a vytvářejí se podmínky pro svobodu a rozvoj tvořivosti školy.

- *Organizace*

Organizace výuky, resp. práce žáků ve třídě je důležitým faktorem tvořivého vyučování – zahrnuje problematiku organizace práce se žáky ve třídě, dále vytváření organizačních podmínek pro práci žáků z aspektu využití různých metod a forem tvořivého vyučování. Jedná se např. o uspořádání nábytku ve třídě při skupinovém, projektovém, nebo individuálním vyučování, o celkový vzhled výtvarného a estetického řešení interiéru třídy (nástěnky, učební pomůcky a jejich rozmístění atd.) tak, aby prostředí třídy působilo inspirativně a motivačně na rozvoj tvořivosti žáků.

- *Vybavení*

Vybavení třídy (učebny) představuje účelové zařízení pro vyučování. Má vytvořit optimální pracovní prostředí pro aktéry tvořivého vyučování (učitele a žáky). Při vybavování učebny pro tvořivé vyučování je třeba přihlídnout hlavně k tomu, aby vytvářelo podmínky pro samostatnou a tvořivou činnost žáků a umožňovalo dispoziční variabilitu (např. posuvné pracovní stoly pro žáky) a poskytovalo možnosti pro využití nejmodernějších technických vyučovacích prostředků.

- *Technologie vzdělávání*

Tvořivé vyučování vyžaduje aplikaci informačních technologií pro učitele (poznatky, prostředky a metody na vytváření, ukládání, šíření a vyhledávání informací o teorii a metodice tvořivého vyučování), tvorbu a využití didaktických programů (softwary pro výuku podporovanou počítačem), rozvíjení metod pedagogické diagnostiky tvořivosti žáků, technologii uplatnění technických vyučovacích prostředků v tvořivém vyučování, principy projektování tvořivého vyučování apod.

3. Analýza role tvořivosti ve výuce fyziky

3.1. Co je a co není tvořivost v učebním procesu

Tvořivost znamená vytváření nových myšlenek. Nové myšlenky jsou zdrojem pro originální řešení v umění, vědě a technice, ale i pro naše normální fungování v každodenním životě. I využití naučených informací v novém kontextu je tvořivým přístupem, pokud je informace o kontextu zapracována do vytváření myšlenky. Tvořivost je založená na představivosti. Mozek si sám vytvoří obraz, představu, myšlenku, která by při splnění určitých omezujících podmínek mohla nastat jako důsledek reálné situace. Tomu říkáme fantazie. Většina aktů tvořivosti probíhá během našeho života nepozorovaně a má význam jen pro nás samé. Například řeč je aktem tvořivosti.

Z celospolečenského hlediska má tvořivost význam tehdy, když její výsledek přináší historicky nové, všeobecně prospěšné, řešení. Tak činí vynálezci, vědci, umělci, apod. Taková tvořivost vyžaduje více znalostí a úsilí než běžná a drobná každodenní tvořivost každého z nás.

Jak probíhá akt tvořivosti? Tvořivost má vždy *cíl*. Cíl je v našich myšlenkách v průběhu tvořivého aktu neustále přítomný a produkt (nebo meziprodukt) tvořivého myšlení je s ním průběžně konfrontován. Pokud výsledek neuspokojuje naše očekávání, je tvořivý akt opakován s adekvátní korekcí. Tímto způsobem postupujeme tak dlouho, dokud není cíle dosaženo.

V učebním procesu se tvořivé myšlení spontánně projevuje zřídka. Důvodem je *do velké míry vzájemně vylučné postavení tvořivosti a učení*. Vědomosti se získávají buď tvořivým myšlením (zdroj informací je v nás) nebo učením (zdroj informací je vnější). Získávání nových vědomostí učením spočívá ve výběru, hodnocení a zařazení informací a jejich posilování v paměti. Většina informací, kterými plníme svoji dlouhodobou paměť, pochází právě z učení. Jejich paměťové stopy jsou pak použitelné přímo (např. pro rozpoznání již naučeného) nebo jsou podkladem pro tvorbu nových myšlenek pomocí tvořivého myšlení. Oba dva druhy získávání vědomostí, jak učení, tak tvořivé myšlení, jsou různými lidmi využívány do různé míry. Vzdělaní lidé se zabývají nebo zabývali učením obecně více než lidé nevzdělaní. Tvořiví lidé cítí potřebu používat fantazii k vytvoření nových myšlenek, které jsou prostředkem k dosažení cíle

jejich tvořivosti. Často se individuální touha po učení a tvořivosti snoubí (např. ve vědecké práci), i když se jedná – jak jsme vysvětlili výše - o dva různé procesy.

Cílem učebního procesu je vychovat absolventy, jejichž vědomosti a kognitivní a pracovní návyky přispějí k rozvoji společnosti. Tomu jsou podřízeny vyučovací metody. Pokud bude ve výuce využito tvořivého myšlení žáků, mělo by vést k lepšímu porozumění/zapamatování látky, tj. bude sloužit jako prostředek, ne jako cíl učebního procesu. Tvořivost coby osobnostní charakteristika, neboli schopnost a touha generovat originální myšlenky, je nám dána (v míře větší či menší). Tvořiví lidé jsou tvořiví bez ohledu na vzdělávací systém. Je však možné, že v žácích intelektuálně slabších a málo tvořivých dokáže vhodně nastavený učební systém tvořivost probudit, alespoň po dobu vyučování. Je známý a využívaný fakt, že u žáků lze během vyučování částečně probudit zájem, soutěživost, logické myšlení, a někdy dokonce i je samé. Je možné, že v podstatě vše, co se již v učebním procesu používá, naplňuje požadavky vzdělávacího systému. Je možné, že nebude prakticky proveditelné tvořivost do učebního procesu smysluplně implementovat. Je možné, že ve snaze vyhovět požadavkům zadání této diplomové práce bude tendence za tvořivost vydávat něco, co tvořivostí není. V kapitole “Některá úskalí použití tvořivého myšlení ve výuce” se pokusíme nad použitím tvořivosti ve výuce zamyslet kriticky.

V literatuře se v souvislosti s tvořivostí hovoří o termínech tvořivosti logicky velmi příbuzných nebo dokonce tvořivost údajně definujících. Některé takové termíny jsme již zmínili v kapitole “Tvořivost, tvůrčí činnost, tvorba”. Shallcross [15] například uvádí následující osobnostní charakteristiky, které definují kreativní jedince:

- Otevřenost k novým zkušenostem
- Nezávislost
- Sebevědomí
- Ochota riskovat
- Hravost
- Radost z experimentování
- Citlivost
- Odvaha
- Nekonvenčnost
- Myšlenková flexibilita
- Záliba ve složitostech

- Cílevědomost
- Sebekontrola
- Originalita
- Spoléhání na vlastní síly
- Vyrvalost

S výjimkou “originality“ a “nekonvenčnosti”, ani jeden z těchto pojmů nereprezentuje vlastnost, která působí jako postačující podmínka pro tvořivé myšlení. Vždy je totiž možné si představit situaci, kdy daná vlastnost bude využívána, ale žádná nová myšlenka se nevytvoří. Nelze proto zaručit, že tvořivost se v situaci, která uvedené vlastnosti podněcuje, automaticky objeví. Jak jsme psali v úvodu této kapitoly, tvořivost je generování nových myšlenek a je směřována ke konkrétnímu cíli. Z toho důvodu je logické vyvolávat tvořivé myšlení jen a právě cílem. Ostatní aspekty přístupu k informacím, reprezentované výše uvedenými pojmy, mohou být přítomny, ale je třeba mít na paměti, že tvořivé myšlení samy o sobě nevyvolávají.

3.2. Některá úskalí použití tvořivého myšlení ve výuce

Použití tvořivého myšlení ve výuce lze obhájit při splnění následujících předpokladů:

- Tvořivé myšlení zefektivní výuku. Lze očekávat snazší pochopení složitých vztahů a lepší zapamatování.
- Tvořivé myšlení bude možné vyvolat u většiny žáků.

Tyto podmínky budou splněny jen ve vyučovací hodině, speciálně připravené pro výuku s pomocí tvořivého myšlení. Bude zapotřebí nastavit cíl tvořivosti tak, aby žáci ve snaze jej docílit museli promýšlet logickou strukturu problému, rozumět mu, a generovat možná řešení. Cíl bude muset být natolik náročný, aby motivoval nejschopnější žáky a natolik jednoduchý, aby neodradil žáky méně schopné.

V souvislosti s výukou pomocí tvořivého myšlení se vynořují skepticky laděné otázky:

- Jaké procento látky lze naučit pomocí tvořivosti? Z toho plyne do jaké míry budeme tvořivost ve výuce využívat. Je možné, že v míře velmi omezené.

- Jaký typ učiva lze naučit pomocí tvořivosti? Definice, popisná a historická fakta se budou muset žáci naučit, k čemuž tvořivost přímo nepřispívá. Některá učební témata obsahují více popisných údajů než jiná a z toho bude plynout i omezená možnost využití tvořivosti v jejich výuce.
- Na jaké úrovni? Nelze očekávat, že žáci pomocí tvořivého myšlení vymyslí Schrödingerovu rovnici.
- Nebude úsilí, vynaložené učitelem na přípravu tvořivé hodiny, neadekvátní dosaženým výsledkům?
- S trochou nadsázky můžeme říci, že většina žáků přistupuje k výuce podle hesla: “Jdi cestou nejmenšího odporu. Pokud to jde, učení se vyhni. Pokud to nejde, nabífluj se jen to nejnutnější. Opiš co můžeš, předstírej, buď hodný. Přemýšlej jen v krajním případě.” Jaké podmínky tedy nastavit žákům, aby byli nuceni použít tvořivé myšlení?

I při nejlepší snaze učitele lze očekávat následující problémy:

- Pokud žák nevytvoří požadovanou myšlenku, tvořivý akt selhává, tvořivý proces končí.
- Žáci musí rozumět cíli, jeho dosažení je kritériem úspěšnosti tvořivého myšlení. Formulování cíle se může ukázat jako obtížně řešitelný problém.
- Kde přesně tvořit? Budou žáci vědět, kde přesně začít tvořivě myslet? Nebo bude učitel klást otázky, jejichž odpověď bude muset být výsledkem tvořivého myšlení žáků?
- Jak zabránit tomu, aby si žáci našli únikovou cestu? Za selhání v tvořivém úkolu nebude možné žáky trestat. Může se stát, že již při druhé hodině většina žáků na tvoření rezignuje.

3.3. Simulace fyzikálního objevu

Zásadní otázkou je, *co* budou žáci tvořit. Jednou z oblastí výuky fyziky, kde by bylo možné tvořivé myšlení využít, je simulace fyzikálního objevu. Ideální výuka fyzikálního objevu má tyto fáze:

1. Historické zařazení (výčet poznatků dostupných v době objevu)
2. Popis pozorovaného jevu a formulování otázek, které nastoluje

3. Hledání odpovědí na nastolené otázky neboli vysvětlení jevu na základě dostupných fyzikálních znalostí, eventuálně s pomocí hypotetických objektů nebo jevů
4. Pokus o matematický popis jevu
5. Predikce a testování predikce

Historické zařazení (výčet poznatků dostupných v době objevu)

Fyzika popisuje zákonitosti světa na elementární úrovni. Většina těchto zákonitostí je skryta lidským smyslem a proto pokrok ve fyzice vždy závisel na pokroku technickém. Fyzika nevznikla naráz, prošla dlouhým historickým vývojem. Mít přehled o fyzice v celé její šíři vyžaduje i mít přehled o jejím historickém vývoji. Žáci by měli mít povědomí o historickém kontextu každého fyzikálního objevu nebo teorie, o kterých se učí. Tak se pro ně fyzika stává příběhem s jednotlivými mezníky a etapami logicky do sebe zapadajícími v čase. Tvořivé myšlení průkopníků fyziky vždy pracovalo s omezeným souborem faktů, které byly dostupné v jejich době. Nelze po žácích požadovat, aby v sobě reprodukovali tvořivé myšlení průkopníků fyziky. Lze však u nich vzbudit obdiv k významným osobnostem fyziky a podnítit zájem o fyziku. Navíc žáci s menšími analyticko-deduktivními schopnostmi se mohou zaměřit právě na historii fyziky, nerezignovat a v konečném důsledku mít velmi dobrý přehled o vývoji fyziky (bez detailních matematických znalostí). To ovšem vyžaduje pružný přístup ze strany učitele.

Popis pozorovaného jevu a formulování otázek, které nastolil

Zaprvé, ne každý jev je z fyzikálního hlediska zajímavý a naopak i běžné jevy (jako například pád jablka se stromu) se řídí zajímavými fyzikálními zákony. Objevit fyzikální zákonitost znamená především všimnout si jevu, který ji skrývá. Znamená to uvědomit si, že jev by teoreticky mohl probíhat jinak, že to, že probíhá právě tak jak probíhá, je něčím determinováno a že této determinaci podléhá velká řada objektů. Po takové úvaze můžeme dojít k přesvědčení, že má smysl se jevem zabývat.

Zadruhé, je třeba si uvědomit, že pokrok ve vědě je postupný a mnohé objevy závisely na objevech a vědomostech nashromážděných předchozími generacemi

badatelů. Naše rozhodnutí, zda daný jev zkoumat, závisí tudíž i na soudobém stavu vědomostí.

Předpokládejme, že jsem první, kdo objevil zajímavý jev: Při rozjímání o výuce fyziky a tvořivosti pod jabloní mi na hlavu spadne jablko. Jako správný fyzik zahájím systematický výzkum jevu. Prvním výsledkem bude fenomenologický popis, například že všechny předměty (kromě balónů) padají k zemi bez ohledu na zeměpisnou polohu. Následovat bude formulace otázek, například: „Jak je možné, že předměty nepadají jedním směrem, ale vždy směrem do středu Země? .. Proč balóny nepadají?“ Formulace otázek je vlastně formulací cílů následného tvořivého procesu.

Hledání odpovědi na nastolené otázky neboli vysvětlení jevu na základě dostupných fyzikálních znalostí, eventuálně s pomocí hypotetických objektů nebo mechanismů

Tato fáze výzkumu je silně prostoupena tvořivým myšlením. Tvořivost zde spočívá ve vytváření různých scénářů možného spojení popisovaného jevu s jevy již známými. To předpokládá, že máme přehled o tom, co již fyzika považuje za vysvětlené, a že si jsme vědomi rozdílu mezi možnostmi teoretickou a možností principiální. V prvním případě se možným jeví vše, co neodporuje logice, v druhém případě je navíc třeba brát zřetel na existující přírodní zákony. Mezi principiálně možnými scénáři si pak vybíráme na základě kritéria jednoduchosti s tím, že přednost dáváme nejjednoduššímu vysvětlení.

S ohledem na cíl této diplomové práce se nabízí otázka, zda by bylo možné simulovat tuto fázi fyzikálního výzkumu na hodinách fyziky. Domnívám se že ne a to z následujících důvodů:

- Je prakticky nemožné navodit podmínky srovnatelné s podmínkami, za kterých vznikalo historicky první vyřešení jevu.
- Nelze očekávat, že v normální populaci budou hojně zastoupeni jedinci srovnatelní s historicky významnými osobnostmi fyziky.
- Jak zaručit, že řešení žáků je produktem jejich tvořivé mysli a ne reprodukováním již naučeného řešení?

Pokus o matematický popis jevu

Studovaný jev podrobíme fyzikálnímu experimentu. Z předchozích fází je zřejmé, které veličiny bude třeba měřit. Kontrolovaně měníme podmínky pokusu a zaznamenáváme výsledky pro kvantitativní popis. Pro výuku této fáze výzkumu platí stejné argumenty, jako pro fázi předchozí.

Predikce a testování predikce

Pokud jsme dospěli až do fáze matematického popisu jevu, nabízí se ověřit správnost matematicky vyjádřeného fyzikálního zákona experimentem. V takovém experimentu je jedna z veličin vybrána jako tzv. závisle proměnná a ostatní veličiny jsou nastaveny na konkrétní hodnoty. V případě experimentu, kdy není možné veličiny kontrolovaně měnit (např. v meteorologii), jsou tyto tzv. nezávisle proměnné pouze měřeny. Každému souboru nezávisle proměnných odpovídá jedna hodnota závisle proměnné a tato hodnota by měla být totožná s číslem, které získáme z námi navrženého matematického popisu jevu.

Jinou formou predikce je předpovězení jevů, které logicky plynou z navrhovaného vysvětlení našeho jevu. Tyto jevy mohou být již známé. Pokud ještě pozorovány nebyly, test predikce spočívá v nastolení takových podmínek, které k jejich vyvolání nutně vedou.

Výsledkem našich úvah je, že napodobování procesu objevování fyzikálního zákona v učebním procesu není účelné. Zaměříme se proto na tvořivé myšlení v *aplikaci* fyziky.

3.4. Aplikace fyziky

Jednou formou tvořivého myšlení během výuky může být pokus žáků o předání nabytých znalostí. Pouhé reprodukování není tvořivostí. Ale například snaha vymyslet *příklady* právě naučeného obecného učiva již tvořivostí je. Úkolem pro žáky by bylo vymyslet právě takový příklad a vymyslet jej tak dobře, aby byl použitelný ve výuce.

- Pro vysvětlení fyzikální zákonitosti obsahující vysoce abstraktní pojmy použít metafory.
- Pro vysvětlení kvalitativních vztahů ve fyzikálním zákoně použít popis těchto vztahů na konkrétních objektech.
- Pro vysvětlení kvantitativních vztahů ve fyzikálním zákoně použít příklad s konkrétními hodnotami veličin a požadovat vypočtení závisle proměnné.

Lze předpokládat, že žáci si při sestavování příkladů látku zapamatují. Za prvé ji budou muset rozumět (což povede k zabudování látky do struktury jejich vědomostí v paměti), za druhé budou vymyšlením příkladů posilovat nově vytvořenou deklarativní pamětní stopu, a za třetí budou vytvářet vzpomínky v epizodické paměti (což usnadní pozdější vybavení a následně opět posílení deklarativní pamětní stopy).

Poslední možností, o které zde budeme uvažovat, je vývoj technických aplikací fyziky. Využití fyzikálních zákonitostí v praxi předpokládá u konstruktérů jejich znalost. Cílem konstruktérova snažení není pochopit a zapamatovat si fyzikální zákon. Cílem jeho snah je nějaké konkrétní zařízení. Cesta k němu vede přes fyzikální zákon, který je v tvořivém procesu chápán jako prostředek, jako nezbytná součást vědomostní struktury. Stejně bude k fyzikálnímu zákonu přistupovat i žák, jehož úkolem bude aplikovat jej v praxi při vývoji konkrétního zařízení. Nebude mít tedy pocit, že se mu učitel snaží vnutit nějaké nepotřebné informace, ale bude považovat znalost zákona za „nástroj“ nezbytný k dosažení cíle.

4. Využití tvořivosti

Analýza problému ukázala, že nejpříjemnější způsob využití tvořivosti ve výuce při zavádění konkrétních aplikací fyziky. Učiteli to poskytne poměrně velkou flexibilitu a žákům různé úrovně složitosti. Jde o to zapojit do tvořivého procesu co největší procento žáků a toho lze dosáhnout zadáním úkolu, který nabízí širokou škálu úrovní složitosti. Slabší žáci skončí tvořivý proces na nižší úrovni než ti schopnější, nicméně nějakého konkrétního výsledku dosáhnou a cestou k němu pochopí a zapamatují si nezbytnou fyziku.

Do poznávací fáze výuky by bylo možné tvořivé myšlení zabudovat způsobem, který uvádím v kapitolách „Vysvětlení Ohmova zákona“ a „Vysvětlení Archimédova zákona“.

4.1. Vysvětlení Ohmova zákona

Žáci by měli za úkol vyřešit pracovní list na obr. č. 2. K němu by dostali následující informace:

Elektrický proud si můžeme představit jako tok malých částic (elektronů) uvnitř vodiče. Začnou se pohybovat od jednoho konce k druhému, pokud na jeden konec přivedeme kladné napětí a na druhý konec záporné napětí. Rozdíl napětí označíme písmenem U a budeme si pamatovat, že čím je U větší, tím více elektronů bude vodičem téct. Tok elektronů ve vodiči se říká *elektrický proud* a označuje se písmenem I . Mezi U a I tedy platí přímá úměra: čím větší U , tím větší I . Různé materiály vodičů kladou toku elektronů (proudu) různý odpor. Například měď prochází proud snadno, tedy měď má malý odpor. Naproti tomu uhlík klade průchodu proudu větší odpor. Odpor se označuje písmenem R . Čím větší odpor vodič má, tím méně proudu skrz něj prochází a proto mezi I a R platí nepřímá úměra.

4.2. Vysvětlení Archimédova zákona

K pracovnímu listu na obr. č. 3 dostanou žáci tento výklad: Toto je nejpoužívanější znění Archimédova zákona:

“Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno silou, která se rovná tíze kapaliny tělesem vytlačené.”

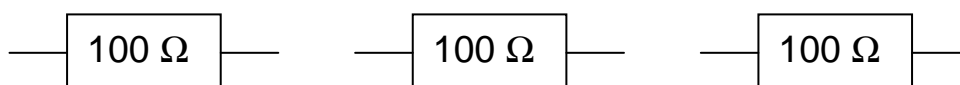
A. V následujícím testu vyberte správný vzorec pro vztah mezi proudem, napětím a odporem.

a) $I = \frac{U}{R}$

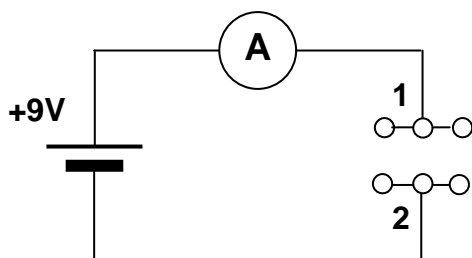
b) $I = \frac{R}{U}$

c) $I = R \cdot U$

B. Jak zapojit tyto tři rezistory, aby výsledný obvod měl nejmenší odpor? Dokážete tento odpor spočítat?



C. Kolik žárovek byste zapojili mezi body 1 a 2 aby mezi body 1 a 2 tekla nejmenší proud? Máte 3 možnosti: 1, 2 nebo 3.

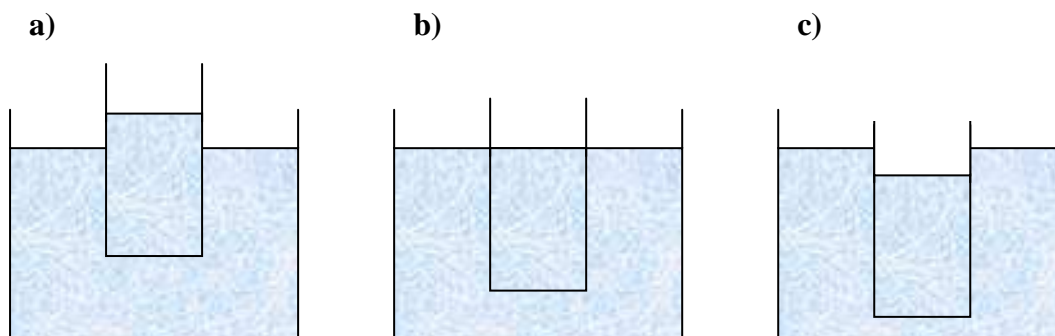


D. Do obrázku dokreslete ampérmetr a voltmetr tak, aby bylo měření možné stanovit odpor rezistoru R.

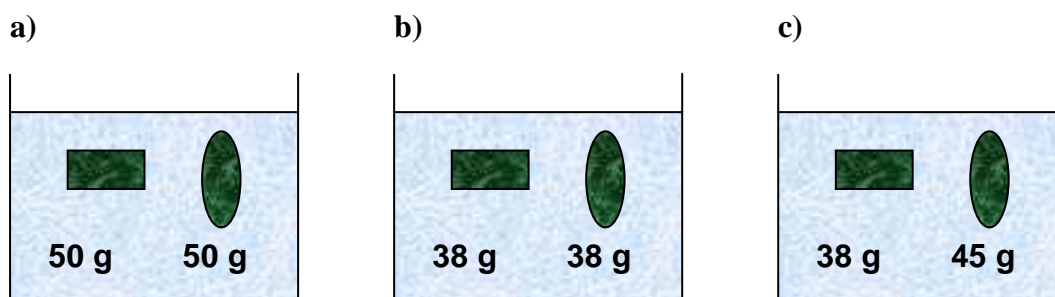


Obr. č. 2. Pracovní list z elektřiny.

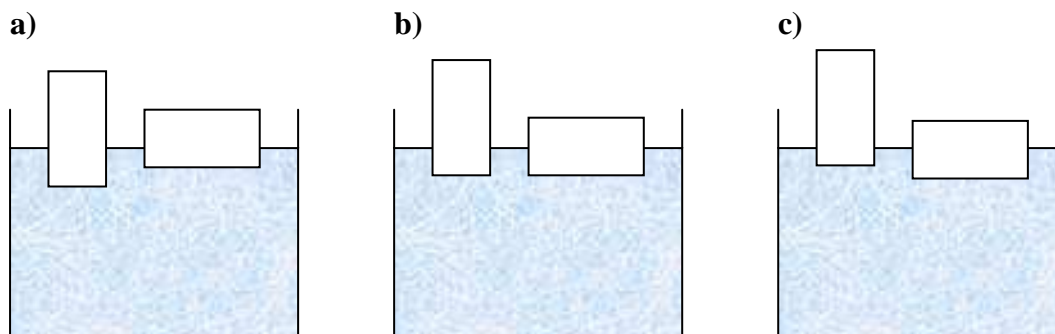
A. Představte si nádobku o zanedbatelně malé hmotnosti, plovoucí na hladině vody. Když ji do poloviny naplníte vodou, ponoří se částečně do vody. Když do nádobky přilijete více vody, jaký případ nastane?



B. Ze dvou stejně těžkých kousků plastelíny (50 g) vytvarujte různá tělesa, např. taková jako na obrázku. Jaká bude jejich tíha ve vodě?



C. Dva stejně velké bloky z lehkého materiálu ponořte do vody. Který případ nastane? Jaký materiál to může být?



Obr. č. 3. Pracovní list z Archimédova zákona.

Jinými slovy, tíha tělesa (kterou jsme stanovili na vzduchu), se při jeho ponoření do kapaliny zmenší o tíhu vytlačené kapaliny.

Pokud je hustota tělesa menší než hustota kapaliny, těleso plave. Pokud je větší, těleso klesá ke dnu. Dvě tělesa o stejné hmotnosti, ale různé ploše ponořené části, jejichž hustota je menší než hustota kapaliny, plavou na hladině, ale jsou ponořené do různé hloubky. Těleso s malou plochou se ponoří hlouběji než těleso s velkou plochou. Velikost vztlakové síly nezávisí na tvaru ponořeného tělesa.

4.3. Aplikace geometrické optiky

4.3.1. Vědomosti, na kterých budou žáci stavět

Jako příklad oblasti využití tvořivosti ve výuce fyziky jsem vybrala *geometrickou optiku*. Je pro naše účely vhodná z následujících důvodů:

- Je “zábavná”
- Je intuitivní
- Je logicky bezrozporná
- Je možné sestavit úlohy na různých úrovních složitosti
- Výsledky tvořivého myšlení je možné okamžitě ověřit

Jak jsme uvedli v kapitole “Analýza role tvořivosti ve výuce fyziky”, tvořivé myšlení je postaveno na vědomostech. Bez znalosti základních pojmů a principů geometrické optiky by nemohli žáci kvalifikovaně tvořit optické soustavy. Žáci by proto měli být nejprve obeznámeni s následujícími informacemi.

Geometrická optika je postavená na čtyřech zákonech o chování světla [16]:

- Zákon přímočarého šíření světla. Ve vakuu a opticky homogenním prostředí jsou světelné paprsky přímky (obr. č. 4a).
- Zákon nezávislosti světelných paprsků. Jedním bodem v prostoru může současně procházet v různých směrech více světelných paprsků aniž by se vzájemně ovlivňovaly (obr. č. 4b).
- Zákon odrazu světla. Při dopadu světelného paprsku na rovinné zrcadlo se paprsek odráží v rovině, která je kolmá na plochu zrcadla a prochází dopadajícím paprskem.

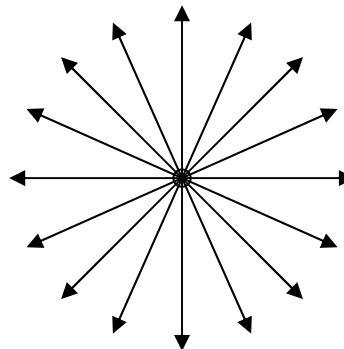
Odražený paprsek svírá s kolmicí na plochu zrcadla stejný úhel, jaký svírá s touto kolmicí paprsek dopadající (obr. č. 4c).

- Zákon lomu. Paprsek, vnikající do jiného prostředí, se v něm šíří v rovině, která je kolmá na rozhraní obou prostředí a prochází dopadajícím paprskem. V této rovině ale na rozhraní obou prostředí mění směr (ostře se láme) a to v závislosti na materiálu prostředí a *barvě* světla (obr. č. 4d).

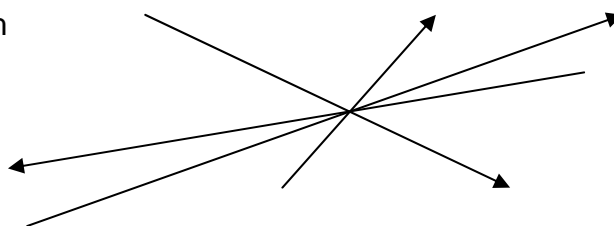
Odraz a lom na zakřiveném rozhraní dvou prostředí se řídí stejnými zákony. Zakřivený povrch si můžeme představit jakoby složený z drobných rovinek, na kterých se světlo odráží a láme podle výše uvedených zákonů. Příkladem prakticky využívaných optických prvků se zakřivenými plochami jsou čočky (obr. č. 5).

Druhým faktorem, na kterém je postavena tvořivost, je porozumění důležitým vztahům mezi elementy použité vědomostní struktury. Jak jsme řekli, tvořivost vyžaduje cíl. Cíli musíme *rozumět*, musíme přesně vědět, jaká kritéria budeme používat při hodnocení cíle. Rozumět ale musíme i metodám, které budeme používat při hledání cesty k cíli. Dostanu-li například za úkol sestrojít nějaký elektronický obvod, musím znát nejen z čeho všeho se elektronické obvody skládají a jak tyto součástky fungují, ale také jak s těmito informacemi zacházet v mé mysli, neboli jak si utvářet *smysluplné* „příběhy“, reprezentující funkci výtvoru mé tvořivosti.

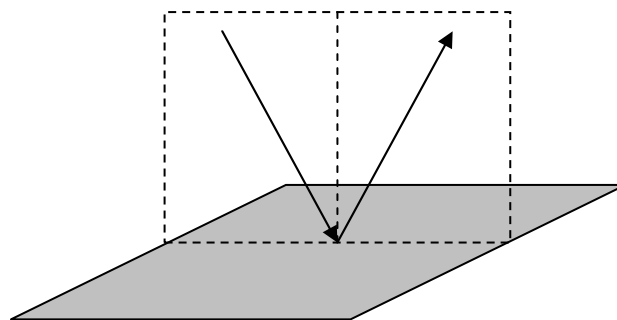
a) Zákon přímočarého šíření světla



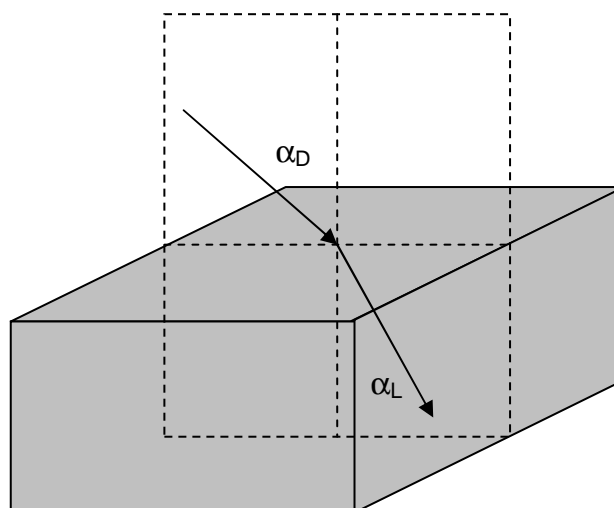
b) Zákon nezávislosti světelných paprsků



c) Zákon odrazu světla

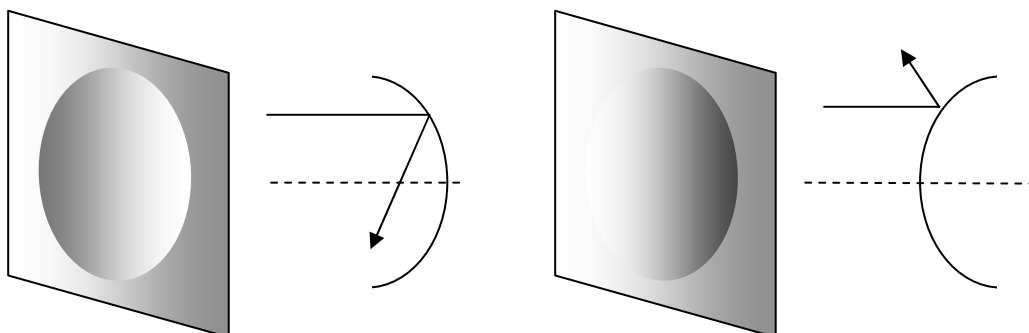


d) Zákon lomu

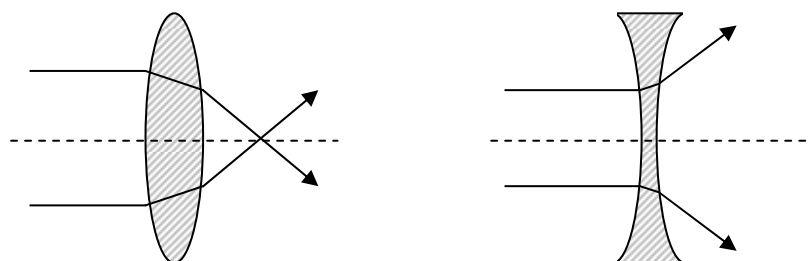


Obr. č. 4. Zákony geometrické optiky (zákony o chování světla).

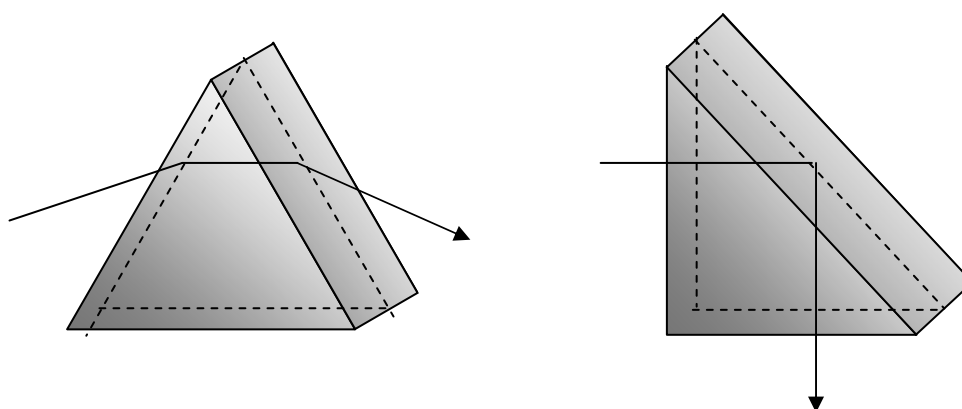
a) Vyduté a vypouklé zrcadlo



b) Čočky



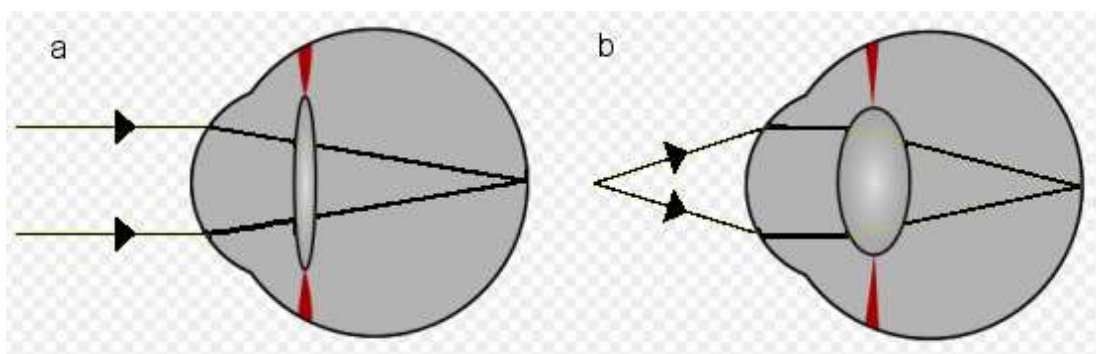
c) Hranoly



Obr. č. 5. Prvky optických zařízení a směry odrazu a lomu paprsků.

Pro geometrickou optiku bude důležité rozumět způsobu, jakým vnímáme obraz. Většina učebních textů předkládá jen skutečnosti fyzikální, tak jako na obr. č. 4, a ignoruje důležitost vysvětlení způsobu, jakým světelné paprsky formují obraz pro zrakový vjem. Zde mám na mysli skutečnost, že bez oční čočky bychom nic neviděli a že obraz na sítnici je tím, co vnímáme. Porozumění tomuto mechanismu otevře žákům dveře k chápání toho, co člověk vidí, když je vystaven světelným paprskům nějaké konkrétní optické soustavy. Bez toho nebudou schopní v geometrické optice tvořit a tyto informace jim musíme dodat (viz následující odstavec) .

Ze schématu oka na obr. č. 6 je patrné, že světelné paprsky mohou do oka vcházet jak rovnoběžně (z velmi vzdáleného světelného zdroje), tak pod různými úhly z blízkého světelného zdroje. Oko se s těmito různými podmínkami vypořádává změnou



Obr. č. 6. Soustředění světelných paprsků na sítnici oka pomocí oční čočky. Oční čočku můžeme ovládat vůlí. Při zaostřování na vzdálené objekty ji zplošťujeme (a) a při zaostřování na blízké objekty ji zakulacujeme (b). V obou případech je důvodem vytvoření ostrého obrazu na sítnici pomocí dokonalé sbíhavosti lomených paprsků. (Upraveno podle [17]).

tloušťky a tím i zakřivení oční čočky. Cílem změn tvaru oční čočky je zajištění sbíhavosti na sítnici paprsků, které vychází z objektu, na který chceme zaostřit zrak. V zorném poli je prakticky vždy mnoho objektů, které „vysílají“ paprsky do našeho oka. Některé jsou vzdálené, jiné blízké, a proto paprsky, vycházející z těchto různě vzdálených objektů, dopadají na oční čočku buď jako rovnoběžné nebo jako rozbíhavé. Je na nás, které z těchto paprsků soustředíme na sítnici a tím zajistíme ostré vidění objektu, ze kterého vycházejí. Pro účely pochopení geometrické optiky stačí vědět, že na paprsky vycházející z objektů v různé vzdálenosti od oka můžeme vždy pohled

zaostřit (s výjimkou objektů velmi blízkých), tj. můžeme vidět ostře obraz přicházející v paprscích rovnoběžných i rozbíhavých. Dále by se žáci měli naučit posuzovat velikost vnímaného obrazu (větší nebo menší vzhledem k originálu) podle úhlu rozbíhavosti resp. sbíhavosti paprsků. Porovnání běhu paprsků, vytvořených optickým zařízením, s paprsky vycházejícími z objektu samotného by mělo žákům dát odpověď na otázku, zda vnímaný obraz bude menší nebo větší než ten z originálu, zda bude převrácený, a zda na něj může oko zaostřit.

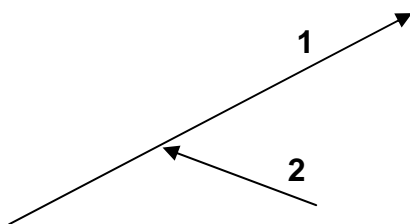
4.3.2. Zadání cíle tvořivé hodiny

Žáci na začátku hodiny obdrží tištěné materiály sestávající se z teorie (viz kapitola “Vědomosti, na kterých budou žáci stavět”) a z pracovních listů s úkoly. Úkoly a otázky budou koncipovány tak, aby pokryly širší škálu schopností žáků, tj. nebudou zaměřené výlučně na tvořivost. Důvodem je již diskutované riziko, že žáci méně tvořiví by neuspěli a byli demotivováni se úkolem zabývat. Zadání úkolu využívající tvořivé myšlení bude poskytovat nejen volnost v řešení, ale i ve výběru konkrétní aplikace. Pokud bychom totiž specifikovali úkol příliš konkrétně, mohli by žáci jeho řešení od sebe navzájem opisovat. Jinou možností by mohlo být zadání úkolu sice velmi konkrétně, ale pro každého žáka individuálně. Úkoly pro jednotlivé žáky by se lišily tak, že by nebylo možné řešení opisovat.

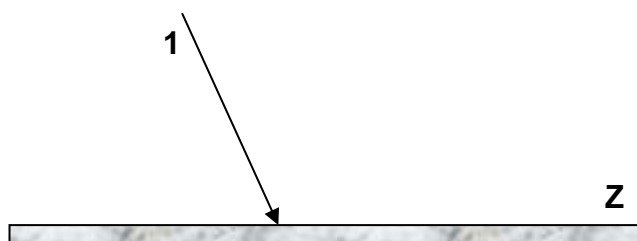
Hodnocení výsledků testu tvořivosti bude obtížnější než hodnocení klasického vědomostního testu. Navrhuji použít tato kritéria, která zároveň svým pořadím definují známku:

1. Řešení je funkční, prozrazuje porozumění problému a znalost teoretických základů a jeví se jako nejefektivnější z možných řešení.
2. Řešení je funkční, prozrazuje porozumění problému a znalost teoretických základů, ale není nejefektivnější z možných řešení.
3. Řešení je funkční, ale nesplňuje konkrétní požadavky úkolu (tj. snaha byla, ale výsledek neodpovídá přesně zadání).
4. Řešení je nefunkční z důvodu zásadního nepochopení vztahů nebo z neznalosti teoretických základů.
5. Úkol byl žákem ignorován.

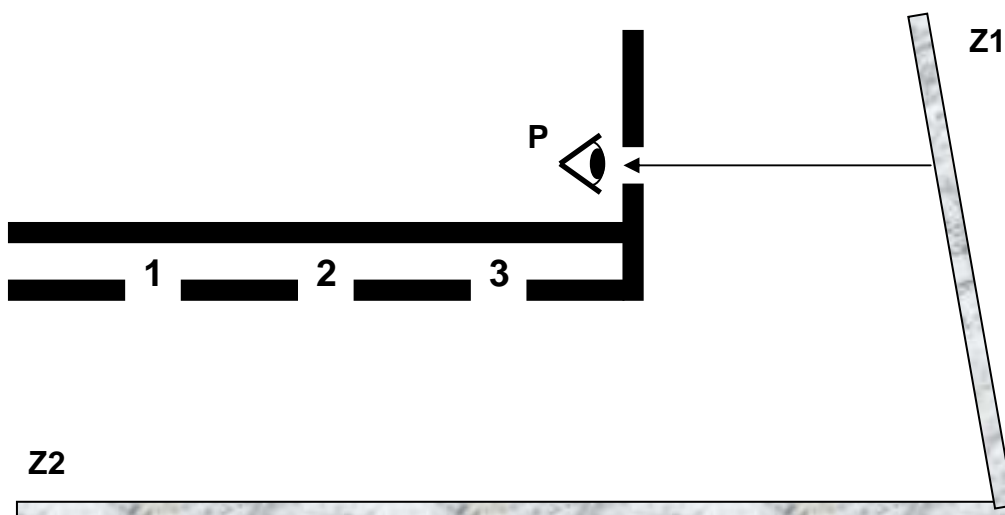
A. Nakreslete do obrázku čáru, znázorňující směr pokračování paprsku 2 po zkřížení cesty paprsku 1.



B. Nakreslete do obrázku čáru, znázorňující směr pokračování paprsku 1 po odrazu na rovinném zrcadle Z. Zkuste to samé s paprskem dopadajícím pod jiným úhlem"

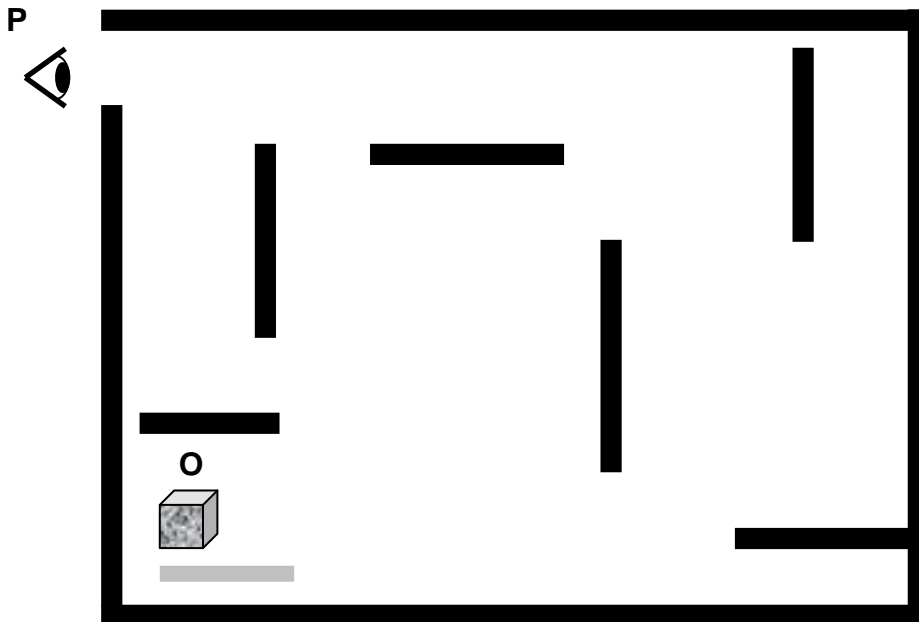


C. Změňte odhadem sklon zrcadla Z1 vzhledem k zrcadlu Z2 tak, aby pozorovatel P viděl číslo 3. Novou polohu zrcadla Z1 nakreslete do obrázku.



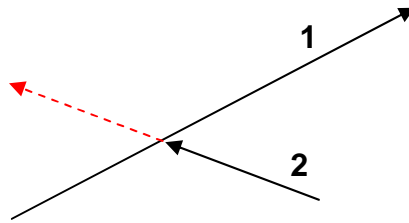
Obr. č. 5. Pracovní list z geometrické optiky, 1. část. (Řešení je na obr. č. 7).

D. Do prostoru vložte 1, 2 a více zrcadel tak, aby pozorovatel P viděl objekt O, schovaný za černými překážkami. Zvolte řešení s nejmenším počtem zrcadel. Vzor zrcadla je pod objektem O.

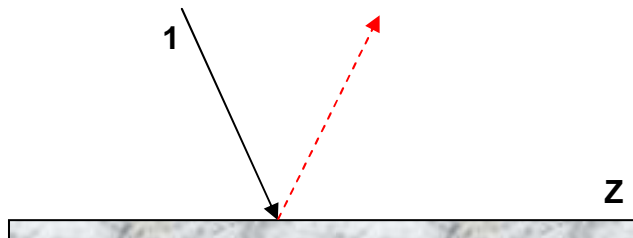


Obr. č. 6. Pracovní list z geometrické optiky, 2. část. (Řešení je na obr. č. 8).

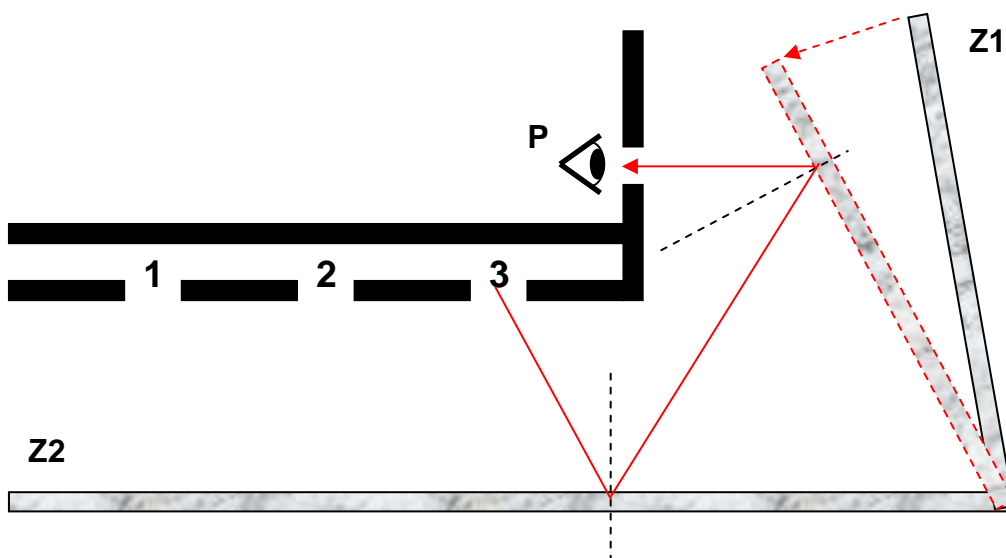
A. Nakreslete do obrázku čáru, znázorňující směr pokračování paprsku 2 po zkřížení cesty paprsku 1.



B. Nakreslete do obrázku čáru, znázorňující směr pokračování paprsku 1 po odrazu na rovinném zrcadle Z. Zkuste to samé s paprskem dopadajícím pod jiným úhlem"

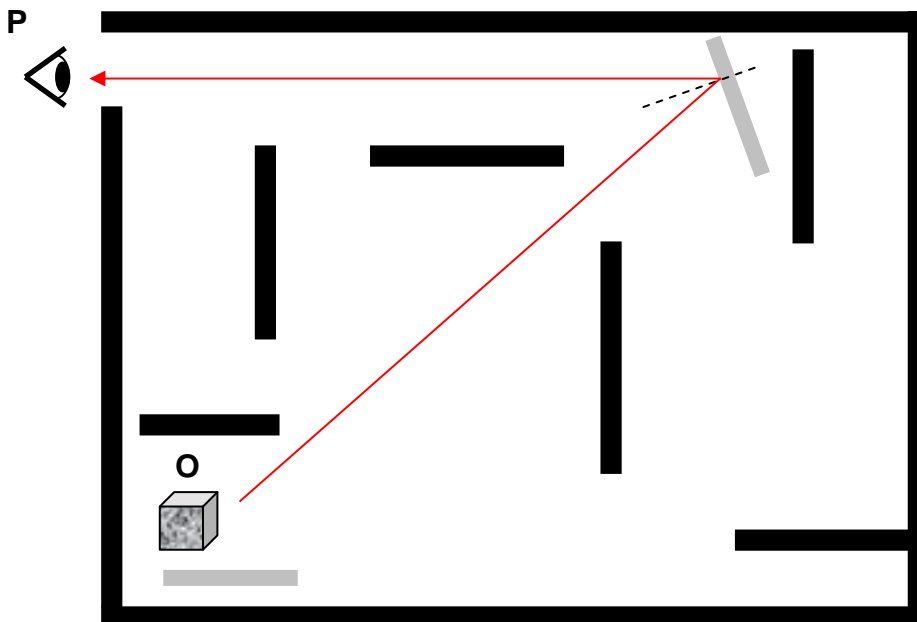


C. Změňte odhadem sklon zrcadla Z1 vzhledem k zrcadlu Z2 tak, aby pozorovatel P viděl číslo 3. Novou polohu zrcadla Z1 nakreslete do obrázku.



Obr. č. 7. Řešení úkolů pracovního listu z geometrické optiky, 1. část.

D. Do prostoru vložte 1, 2 a více zrcadel tak, aby pozorovatel P viděl objekt O, schovaný za černými překážkami. Zvolte řešení s nejmenším počtem zrcadel. Vzor zrcadla je pod objektem O.



Obr. č. 8. Řešení úkolů pracovního listu z geometrické optiky, 2. část.

Poznámky k pracovním listům (obr. č. 5 a 6).

Následující poznámky jsou pouze doporučením, motivovaným snahou zamezit opisování žáků jednoho od druhého.

- A. Sklon a směr protínajících se paprsků nakreslí učitel pro jednotlivé žáky různý.
- B. Sklon dopadajícího paprsku nakreslí učitel pro jednotlivé žáky různý.
- C. Čísla, která má pozorovatel P vidět, budou pro různé žáky různá.
- D. Poloha překážek bude pro různé žáky různá.

Mým záměrem bylo zařadit do pracovních listů úkoly jednoduché (záchytný bod pro slabší žáky) a úkoly obtížné (síto, kterým nepropadnou jen žáci schopní a tvořiví). Všechny úlohy vyžadují znalosti geometrické optiky. Některé obsahují prvek tvořivého myšlení (C, D) a to v menší či větší míře.

Pracovní listy na obr. č. 5 a 6 jsou jen jedním z možných řešení. Praxe by měla ukázat, zda je toto řešení přijatelné. Praktické ověření pracovních listů by spočívalo ve srovnání odpovědi žáků s jejich výsledky v testu tvořivosti. Výsledky pracovních listů a výsledky testu tvořivosti by byly statisticky srovnány pomocí kontingenční tabulky.

Jinou možností než jsou pracovní listy typu jako na obr. č. 5 a 6 by mohl být úkol ryzí tvořivosti, například tohoto znění: Navrhněte optickou soustavu, která sestává ze tří prvků a která transformuje obraz objektu pro pozorovatele tak, že je jiný než originál, a je ostrý. Lze předpokládat, že slabší žáci by zvolili 3 zrcadla. Tvořiví žáci by naopak mohli překvapit zajímavým řešením.

5. Závěr

Cílem diplomové práce bylo prozkoumat možnost využití tvořivého myšlení ve výuce fyziky. Tvořivost byla vybrána hlavně proto, že vědomostně založený učební systém je zaměřený na využití schopnosti se učit (paměti) a téměř vůbec na tvořivé myšlení, které je prostředkem pokroku lidstva. Tvořiví žáci v takovém systému selhávají, pokud nejsou současně žáky s dobrou pamětí nebo nemají zájem se učit. Nový systém, založený na uznání tvořivých schopností žáků, by měl tento problém řešit. Je to však principiálně možné? Není snaha využít a hodnotit tvořivé schopnosti žáků ve fyzice nereálná? Analýzou problému jsme dospěli k závěru, že využití „ryzí“ tvořivosti ve výuce fyziky je skutečně velmi omezené. Hlavním důvodem je, že tvořivost a učení se do jisté míry vzájemně vylučují. Učení slouží k získávání informací z vnějších zdrojů, tvořivost využívá fantazie ke generování nových myšlenek. Tvořivost vyžaduje znalosti, získané učením. Zde ale vztah těchto dvou kognitivních operací končí. Škola „z definice“ slouží k učení. Praxe je pak místem, kde se uplatňují výsledky učení, například právě formou vytváření nových myšlenek. To, jakým způsobem tvoří osobnosti vědy, techniky a umění, není možné reprodukovat ve škole. Každý z úspěšných tvůrců chodil do školy, každý se jistě projevoval jako tvůrčí osobnost již ve školním věku. Ideálním způsobem jak tvořivé žáky a studenty identifikovat a jejich touhu po tvoření naplnit je organizování dobrovolné tvůrčí činnosti, něco na způsob studentských vědeckých prací, jak je známe z vysoké školy. Masové zavedení tvořivosti do výuky se ale ukazuje jako úkol principiálně neřešitelný.

Přes skepsi, vyjádřenou v předešlém odstavci, jsem se pokusila navrhnout konkrétní řešení (viz kapitola „Využití tvořivosti“). Toto řešení se snaží obejít problém různých schopností žáků tvořit začleněním otázek a úkolů na různé úrovni náročnosti. Nejjednodušší otázky jsou vědomostního charakteru a neobsahují žádný prvek tvořivosti. Jsou záchytnou sítí pro velmi slabé žáky. Nejobtížnější úkoly vyžadují žáky znalé teorie, ale i schopné tvořivě myslet. Lze očekávat, že v testu, kde jednotlivé úkoly budou prověřovat různé schopnosti, uspějí žáci s odlišnými schopnostmi. Nejlepších výsledků dosáhnou univerzálně dobří žáci, za nimi pak bude velká skupina žáků, kteří uspějí v některých úkolech díky jejich schopnostem (ať už na základě schopnosti se učit, tvořit, nebo logicky myslet), a nakonec zbudou žáci neschopní.

Závěrem, tvořivost je jedna z nejdůležitějších vlastností mozku. Náš svět a naše životy si upravujeme k obrazu svému, k obrazu, který vytvořil náš mozek jako cíl našeho snažení. Tvořivé myšlení k tomu potřebujeme jako 'nástroj', vědomosti získané učením jako 'materiál'. Úkolem školy je dodat vědomosti. To, jak s nimi každý jednotlivý člověk poté naloží, bude záležet na mnoha okolnostech; jednou z nich je jeho schopnost spontánně tvořit. Tvůrčí osobnosti potřebujeme. Nechceme pro ně vytvářet bariéry a vyřazovat je z účasti na pokroku nešťastně nastaveným systémem výuky. Tato diplomová práce byla motivována snahou změnit tento stav k lepšímu.

6. Použitá literatura

- [1] PETROVÁ, A. Tvořivost v teorii a praxi. Praha: Vodnář, 1999.
- [2] NAKONEČNÝ, M. Psychologie osobnosti. Praha: Academia, 1995.
- [3] HLAVSA, J. Psychologické základy teorie tvorby. Praha: Academia, 1985.
- [4] PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. Pedagogický slovník. Praha: Portál, 1995.
- [5] VOTRUBA, L. Výchova studentů k tvůrčí práci. Praha: Academia, 1984.
- [6] ČÁP, J. Psychologie výchovy a vyučování. Praha: Karolinum, 1997.
- [7] PETTY, G. Moderní vyučování. Praha: Portál, 1996.
- [8] STEJSKAL, L. Psychologie tvořivé činnosti. Pardubice: Institut výchovy ČEZ, 1982.
- [9] HLAVSA, J. Projekt výchovy k tvořivosti, zvláště u dospělých. Praha: SPN, 1979
- [10] POKORNÝ, J. Paměť - učení - tvořivost : jak lépe využít svých schopností. Brno: Vysoké učení technické, 1996.
- [11] KYRIACOU, CH. Klíčové dovednosti učitele: cesty k lepšímu vyučování. Praha: Portál, 1996.
- [12] SVOBODA, E., KOLÁŘOVÁ, R. Didaktika fyziky základní a střední školy : vybrané kapitoly. Praha: Karolinum, 2006.
- [13] LOKŠOVÁ, I., LOKŠA, J. Tvořivé vyučování. Praha: Grada, 2003.
- [14] Creativity counts: A report of findings from schools. Learning and Teaching Scotland 2004,
www.ltscotland.org.uk/creativity/aboutcreativity/creativitycountsreport.asp.
- [15] SHALLCROSS, D.J. Teaching Creative Behavior: How to teach creativity to children of all ages, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1981.
- [16] ILKOVIČ, D. Fyzika, Praha: SNTL, 1959.
- [17] Focus in an eye, http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Focus_in_an_eye.svg.