

Univerzita Karlova v Praze

Matematicko-fyzikální fakulta

# DIPLOMOVÁ PRÁCE



Alica Kürtiová

## **Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací**

Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Vojtěch Žák, Ph.D.

Studijní program: Fyzika

Studijní obor: Učitelství fyziky – matematiky pro SŠ

Praha 2014

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu diplomové práce RNDr. V. Žákovi, Ph.D. za jeho trpělivost a vstřícnost při vedení diplomové práce i za jeho podnětné rady a cenné připomínky při konzultacích.

Děkuji prof. RNDr. E. Svobodovi, CSc. za expertní posouzení učebních úloh a PhDr. H. Krykorkové, CSc. za doporučení odborné literatury a za usměrnění při vypracování těch částí diplomové práce, které se týkají teorie učebních úloh.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině a všem lidem, kteří mě jakkoliv podporovali při studiu.

Děkuji své mamince, která mi ukázala důležité postavení matematiky a fyziky v životě člověka a především zanícenost a lásku k učitelskému povolání.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne .....

.....

Bc. Alica Kúrtiová

Název práce: Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací

Autor: Alica Kürtiová

Katedra: Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Vojtěch Žák, Ph.D., Katedra didaktiky fyziky

Abstrakt: Tato diplomová práce se zabývá učebními úlohami z fyziky, které pomáhají při rozvoji různých poznávacích operací. Pro tento účel byla použita především taxonomie učebních úloh D. Tollingerové a Bloomova taxonomie poznávacích cílů. V rámci práce byl vypracován materiál, který obsahuje charakteristiku vybraných jedenácti poznávacích operací (indukce, dedukce, transformace, dokazování, abstrakce aj.) a ke každé z nich dvě typické učební úlohy. Zmíněný materiál byl vytvořen s cílem ozřejmit, jak rozpoznat, případně i vytvořit další úlohy zaměřené na vybrané poznávací operace. Tento proces může kromě jiného pomoci při formulaci, plnění a kontrole stanovených výukových cílů, motivaci a aktivizaci činnosti žáků a k rozvoji klíčových kompetencí.

Klíčová slova: učební úloha, fyzikální úloha, kognitivní operace, poznávací proces, taxonomie D. Tollingerové

Title: Physics Problems for Development of Various Cognitive Operations

Author: Alica Kůrtiová

Department: Department of Physics Education

Supervisor: RNDr. Vojtěch Žák, Ph.D., Department of Physics Education

Abstract: This thesis deals with the role of physics problems which help to develop various cognitive operations. Mainly the taxonomy of the learning tasks by Tollingerová and the Bloom's taxonomy of educational objectives have been used for this purpose. A material which contains characteristics of eleven chosen cognitive operations (induction, deduction, transformation, proving, abstraction etc.) and two typical learning tasks to each cognitive operation has been elaborated in this thesis. The material was created to guide and simplify the selection and creation of physics problems whose solution supports the development of cognitive operations. This process can inter alia help to define, fill and check required educational goals. It may also help with student's motivation or the development of key competencies.

Keywords: learning task, physics problem, cognitive operation, cognitive process, taxonomy by Tollingerová

# Obsah

Úvod .....	1
<b>1 Učební úloha.....</b>	<b>4</b>
1.1 Vymezení pojmu učební úloha .....	4
1.2 Typické znaky učebních úloh .....	5
1.3 Různé formy učebních úloh a jejich využití ve výuce .....	7
1.4 Funkce učebních úloh .....	9
1.5 Význam a možnosti využití učebních úloh ve výuce fyziky.....	10
1.6 Vymezení pojmu otázka .....	12
1.6.1 Klasifikace otázek .....	12
1.6.2 Funkce otázek .....	14
<b>2 Taxonomie výukových cílů a učebních úloh .....</b>	<b>15</b>
2.1 Specifické cíle a učební úloha.....	15
2.2 Bloomova taxonomie poznávacích cílů .....	17
2.2.1 Revize Bloomovy taxonomie podle Edwarda B. Frye.....	19
2.2.2 Taxonomie učebních úloh D. Tollingerové .....	21
<b>3 Kognitivní úrovně a poznávací operace .....</b>	<b>24</b>
3.1 Kognitivní úrovně podle H. Krykorkové .....	24
3.2 Kognitivní úroveň zvolených fyzikálních úloh.....	25
3.3 Charakteristika poznávacích operací .....	27
3.3.1 Úvod.....	27
3.3.2 Rozbor a skladba (analýza a syntéza) .....	29
3.3.3 Porovnávání a rozlišování (komparace a diskriminace) .....	31
3.3.4 Třídění (kategorizace a klasifikace) .....	32
3.3.5 Zjišťování vztahu mezi fakty .....	32
3.3.6 Abstrakce, konkretizace a zobecňování .....	33
3.3.7 Překlad (transformace).....	34
3.3.8 Výklad (interpretace), vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění apod. ....	35
3.3.9 Vyvozování (indukce).....	36
3.3.10 Odvozování (dedukce) .....	36
3.3.11 Dokazování, ověřování (verifikace).....	37
3.3.12 Hodnocení .....	38

<b>4 Tvorba podpůrného materiálu pro učitele středních škol.....</b>	<b>39</b>
4.1 Důvody vytvoření podpůrného materiálu a jeho cíle .....	39
4.2 Postup při výběru fyzikálních úloh k rozvoji různých poznávacích operací .....	41
4.3 Charakteristika materiálu pro učitele fyziky .....	43
<b>Závěr .....</b>	<b>44</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>47</b>
<b>Seznam fyzikálních sbírek a učebnic.....</b>	<b>49</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>50</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>51</b>

## Úvod

Příprava budoucí generace k řešení neočekávaných problémů je dle mého názoru neodmyslitelnou součástí edukačního procesu. K tomu, aby byl žák schopen aplikovat získané vědomosti v nejrůznějších situacích, mu můžou ve velké míře posloužit přírodní vědy, mezi nimiž má důležité postavení fyzika. Na základě vlastní zkušenosti uvádím, že jsem se v posledních letech na některých středních školách setkala v hodinách fyziky s přílišným důrazem na teoretické znalosti. Jednou z příčin takto zaměřené výuky by mohlo být to, že se pod vlivem vědecko-technického pokroku stávající vzdělávací obsahy neustále doplňují novými tématy, následkem čehož můžou učitelé cítit určitou povinnost sdělit všechny informace žákům. To může vést k takzvanému *encyklopedismu*, který Průcha et al. (2001, s. 62) vysvětluje jako „přetíženost učiva množstvím izolovaných poznatků a nepochopení souvislostí mezi nimi“. Existují názory, že encyklopedická výuka navazuje na tradice starého Rakouska, kdy prvotní povinností kantora bylo předávat žákům informace, ne je připravovat pro život (Švancar et al., 2003). Důsledkem „encyklopedické výuky“ by mohlo být zaměřování se především na pamětní reprodukci znalostí na úkor osvojování jiných dovedností, postojů a hodnot. Například na základě výsledků v přírodovědných šetřeních TIMSS a PISA bylo zjištěno (Dvořák et al., 2008, s. 84), že silnou stránkou českých žáků jsou faktické znalosti, avšak vytváření hypotéz, experimentování, interpretace dat, posuzování výsledků výzkumu, dokazování závěrů aj. jim dělá problémy. Podobný názor sdílí i J. Straková (členka občanského sdružení AISIS), která na základě mezinárodních výzkumů uvádí (cit. podle Švancara et al., 2003), že žáci českých škol mají dobré výsledky v rutinních úlohách, v nichž mohou aplikovat naučené vědomosti, ale mají problémy, když musí uplatnit postup, který se ve škole nenaučily. Je evidentní, že se děti mnoho věcí naučí nazpaměť, avšak poznatkům neporozumí.

Naskýtá se proto otázka, zda je taková výuka pro žáka dostatečně „kvalitní“. Nemělo by být skutečným cílem edukace naučit žáky samostatně myslet a pracovat s informacemi, proti „odrecitování“ osvojených poznatků? Jsem toho názoru, že každý správný učitel by se měl snažit u budoucí generace rozvíjet jejich dovednosti a individuální schopnosti. Důraz by měl být kladen také na samostatnou, aktivní a tvořivou činnost žáků. Dle mého názoru k tomu můžou ve velké míře přispět



vhodně zvolené učební úlohy. Učební úlohy jsou nepostradatelnou součástí vyučovacích hodin. Můžou se totiž pro učitele stát nástrojem řízení učení, podněcovat žáky k aktivitě. Napomáhají k rozvoji vlastností jako například cílevědomost, systematicčnost, svědomitost a soustředěnost. V neposlední řadě můžou sloužit k naplňování a kontrole učitelem stanovených výukových cílů. Výběr učebních úloh se často uskutečňuje podle probíraného tématu. Domnívám se, že důležitější je výběr úloh podle úrovně poznávacích operací (viz kapitolu 3), kterou daná úloha rozvíjí. Nemůžeme opomenout ani to, že v Rámcovém vzdělávacím programu (např. pro gymnázia) je kladen velký důraz na osvojování nejen znalostí, ale i dovedností, postojů a hodnot (tzv. *klíčové kompetence*). K jejich rozvoji můžou být nápomocné právě učební úlohy zaměřené nejen na poznatkovou úroveň, ale i k využívání znalostí v nových situacích.

Jako budoucí učitelka fyziky považuji uvedené skutečnosti za nesmírně důležité pro vykonávání úspěšné pedagogické praxe, a to je i důvod, proč jsem si zvolila diplomovou práci s názvem *Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací*, věnující se uvedené problematice. Myslím si, že každý učitel fyziky by měl mít k dispozici informace o osvojování různých poznávacích operací a o výběru právě takových fyzikálních úloh, které přispívají k jejich rozvoji. Proto je jedním z cílů této práce vypracování podpůrného materiálu pro učitele fyziky, který obsahuje základní informace o poznávacích operacích. Kromě toho obsahuje úlohy z různých oblastí fyziky, avšak hlavní důraz je kladen na typické úlohy vztahující se k rozvoji různých jednodušších i složitějších myšlenkových operací<sup>1</sup>. Předtím je ovšem nutné prostudovat odbornou literaturu pojednávající o učebních úlohách a poznávacích operacích. Tím se dostáváme k dalšímu cíli této práce, a to je obeznámení s pojmem *učební úloha*, jak ho chápou různí autoři.

V první kapitole této práce se tedy pozornost věnuje pojmu *učební úloha*, významu, funkcím a možnostem využití učebních úloh ve vyučování fyziky. Další kapitola se zabývá výukovými cíli a jejich souvislostí s učebními úlohami. Kromě Bloomovy taxonomie poznávacích cílů zde můžeme nalézt i její (pro naši práci nejdůležitější) revizi, a sice taxonomii učebních úloh D. Tollingerové. Charakteristice jednodušších a složitějších poznávacích operací této taxonomie se věnuje třetí kapitola. Současně zde uvádíme i odkazy na několik typických učebních

---

<sup>1</sup> V této práci budeme pojmy *myšlenková operace* a *kognitivní operace* rozumět synonyma pojmu *poznávací operace*.

úloh ke každé operaci. Ve čtvrté kapitole se nachází základní informace o podpurném materiálu pro učitele fyziky středních škol, postup jeho tvorby a výběru typických fyzikálních úloh k jednotlivým operacím. Zmíněný podpurný materiál můžeme nalézt v Příloze I.

Kromě výchovy a vzdělávání je velmi důležitá i diagnostická činnost učitele. Zjišťování stavu žakových vědomostí a dovedností je součástí každého výukového procesu. Proto jsme se v této práci zabývali i studiem odborné literatury týkající se základů pedagogicko-psychologické diagnostiky. To však nebylo hlavní náplní diplomové práce, proto jsme část, která se velmi stručně zabývá diagnostikou, zařadili k textu jako Přílohu II a budeme se na ni v textu práce odkazovat.

Je pravdou, že jsou pro žáka důležité i teoretické znalosti, jejichž osvojení probíhá pomocí jednodušších poznávacích operací. Měli bychom si ale uvědomit, že k existenci v dnešním rychle se měnícím světě je pro žáka nezbytné efektivní uplatnění vědomostí při řešení neočekávaných problémů. Člověk je nucen neustále se vzdělávat a přizpůsobovat se novým podmínkám. Myslím si, že mu k tomu mohou posloužit právě přírodní vědy a zmíněné fyzikální úlohy, které tyto dovednosti u žáků středních škol můžou rozvíjet.

Myslím si, že učitelé o potřebě rozvíjet jednodušší a složitější kognitivní operace u žáků vědí, avšak nemají k dispozici materiály, které by jim mohli být při této činnosti nápomocné, nebo při mnoha povinnostech nemají čas věnovat se analýze učebních úloh z tohoto hlediska.

Doufáme, že jim bude tato práce užitečnou pomůckou.

# 1 Učební úloha

*„Příklady se snadněji učíme než poučkami. Snadněji však ještě, spojí-li se obojí. Ale příklady necht' předcházejí.“*

*(J. A. Komenský)*

Učební úlohy patří, dle našeho názoru, k jedné z nejdůležitějších složek vyučovacího procesu. Ve fyzikálních sbírkách a učebnicích určených pro střední školy se v této souvislosti můžeme setkat s pojmy *učební úloha*, *cvičení*, *příklad*, *otázka*, které autoři někdy rozlišují a jindy jsou chápány jako synonyma. I když může být čtenáři intuitivně jasné, co se těmito pojmy myslí, pro účely této diplomové práce je nezbytné věnovat teorii učebních úloh větší pozornost. Tato kapitola je proto věnována vymezení pojmu *učební úloha* a jedna část se zabývá i pojmem *otázka*, který s učební úlohou úzce souvisí. Ostatními zmíněnými pojmy (*cvičení*, *příklad* aj.) se kvůli rozsahu této práce nezabýváme a můžeme je pro naše účely považovat za synonyma k *učební úloze*. Dále zde uvádíme, jak je pojem *učební úloha* chápán různými autory, v čem se jejich názory shodují nebo odlišují. Další části kapitoly jsou věnovány funkcím učebních úloh a jejich významnému postavení ve výuce fyziky.

## 1.1 Vymezení pojmu učební úloha

V odborné literatuře týkající se učebních úloh se můžeme setkat s různými charakteristikami tohoto pojmu. V následujícím textu uvedeme některé z nich.

V *Pedagogickém slovníku* (Průcha et al., 2001, s. 258) je uvedeno, že učební úloha je „každá pedagogická situace, která se vytváří proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učebního cíle“. Nikl (1997, s. 4) uvádí tuto charakteristiku: „Učební úloha je každé zadání, které vyžaduje realizaci určitých úkonů a je zadáváno s didaktickým záměrem.“ Dále se můžeme setkat například s tímto vymezením (Helus et al., 1979, s. 220): „Učební úloha je každá pedagogická situace, která se vytváří proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učebního cíle, a je zaměřena na všechny tři aspekty učení – obsahový (představující specifický odraz společenskohistorické zkušenosti), operační (tvořený učebními, poznávacími

a jinými činnostmi a operacemi žáka) a motivační (tvořený především zájmy, sklony, potřebami žáka apod.).“ Holoušová (cit. podle Kalhouse & Obsta, 2002, s. 329) vysvětluje učební úlohu jako „širokou škálu všech učebních zadání, a to od nejjednodušších úkolů, vyžadujících pouhou pamětní reprodukci poznatků, až po složité úkoly vyžadující tvořivé myšlení“. Uvedme i následující charakteristiku (Švec et al., 1996, s. 54): „Učební úloha je každý podnět (pedagogická situace), který svým obsahem i operační strukturou (tj. předpokládanými učebními operacemi žáků) směřuje k dosažení vymezeného výukového cíle.“

Jak je patrné, pojem učební úloha není autory vymezen jednoznačně, avšak uvedené charakteristiky mají určité společné znaky. Průcha, Helus a Švec kladou největší důraz na to, že učební úlohy slouží k dosažení určitého výukového cíle. Kromě tohoto aspektu, jak si můžeme všimnout ve vymezení Heluse a Holoušové, je dalším charakteristickým znakem učebních úloh to, že se vyznačují tzv. operačním parametrem. To znamená, že jsou zaměřené na poznávací činnost žáka, od pamětní reprodukce poznatků až po složitější myšlenkové operace. Po prostudování výše uvedených charakteristik jsme si všimli i jednoho zajímavého rozdílu mezi nimi, který nyní zmíníme. Dle našeho chápání, někteří autoři učební úlohou rozumí konkrétní slovně nebo písemně formulovaný úkol (např. Nikl). Helus nebo Průcha však tento pojem vysvětlují trochu obecněji, jako libovolnou pedagogickou situaci, která směřuje k splnění učebních cílů.

Obecně bychom uvedené poznatky mohli shrnout následovně: Pod pojmem učební úloha chápeme každou situaci navozenou činností pedagoga, která vede k opakování, procvičování a zdokonalování vědomostí nebo dovedností žáka. Tato situace vyžaduje od žáka provedení určitých úkonů (mentálních i manuálních manipulací), pomocí kterých se nalézají požadované řešení. Učební úloha slouží k dosažení předem vymezených učebních cílů.

## 1.2 Typické znaky učebních úloh

V předchozí části jsme se seznámili s některými obecnými charakteristikami učebních úloh. Zatím jsme se ale nezabývali tím, jaké vlastnosti musí učební úloha mít, aby ji žák ve výukovém procesu rozpoznal. Podle D. Tollingerové se jedná o následujících šest znaků (cit. podle Nikla, 1997, s. 6–16):

### *Jazykový parametr*

Učební úlohy se nejčastěji zadávají ve formě dotazu nebo příkazu, který u žáka signalizuje požadavek na řešení. Aby žák rozpoznal výzvu k řešení, měla by učební úloha operovat s tzv. *aktivními slovesy* (např. vysvětli, ukaž, řekni, porovnej apod.).

### *Pedagogický parametr*

Je důležité, aby žák při plnění úkolu přesně věděl, co se od něho vyžaduje, co má k splnění úlohy učinit. Každá úloha by proto měla být vhodně zařazena do pedagogické situace (tzv. *úkolové pole*). Stručně řečeno, úloha by měla navazovat nejen na obsah probíraného učiva, ale žák by měl také umět rozpoznat její smysl.

### *Stimulační parametr*

Úloha by měla aktivizovat žakovu činnost, podnítit jeho tvořivost. Pomocí úlohy se musí zapojit očekávané formy chování – konkrétní kognitivní i manuální operace. Stimulační aspekt může být oslaben nevhodnou formulací nebo záměrným „chytákem“ a posílněn například doplněním obrázku, grafického znázornění, odkazu, nápovědy atd.

### *Regulační parametr*

Aby učební úloha splnila svoji funkci, musí udržovat žakovu činnost v chodu až do jejího vyřešení. To znamená, že kvalitní učební úloha by měla umožnit žákovi správnou orientaci v úkolu a vést ho k volbě optimální strategie řešení. Kromě toho regulační parametr souvisí i s navozováním různé pracovní atmosféry. Je zřejmé, že jiná atmosféra vzniká, když úlohu zadáváme například jako domácí úkol, než když předpokládáme její řešení v testu. V každém případě by však měla navozovat klidnou atmosféru.

### *Motivační parametr*

Každá správná učební úloha by měla u žáka vyvolat zájem k jejímu řešení. Toho se dá docílit například heurističností, využíváním netradičních obsahů nebo prvkem soutěživosti.

### *Aspirační parametr*

Souvisí se žakovou potřebou úspěšného výkonu (podrobněji viz Přílohu II – část II.3). Učební úlohy by měly poskytovat šance na jejich úspěšné vyřešení.

K tomu, aby žák rozpoznal učební úlohu, začal ji řešit a aby udržovala jeho aktivitu až do vyřešení, by se učební úloha měla vyznačovat výše zmíněnými vlastnostmi. Jednou z nich je právě stimulační parametr, který sehrává důležitou roli při navozování žákovy činnosti. Jak už bylo zmíněno výše, tento parametr může být podpořen i formální stránkou úlohy. Následující část je proto věnována různým formám učebních úloh.

### 1.3 Různé formy učebních úloh a jejich využití ve výuce

Existují různá kritéria, na základě kterých se učební úlohy třídí. Jednou z možností je rozdělení podle způsobu jejich zadání. Jinou možností je rozdělit je podle druhu a počtu vyžadovaných odpovědí. V následujícím odstavci uvádíme oba způsoby (Nikl, 1997, s. 41–49):

- *učební úlohy nonverbální*
  - a) manipulace s objekty (manipulace s obrázky, se znaky, ...)
  - b) činnosti podle přesných instrukcí (experimentování, tělesná cvičení, ...)
- *učební úlohy verbální (slovní)*
  - a) ústní
  - b) písemné
- *učební úlohy volné formy* – neexistuje jednoznačné řešení úlohy nebo nelze předem vymežit jediné očekávané řešení, tzv. *divergentní úlohy*. Jedná se o samostatně vyprodukované odpovědi žáků, přičemž se rozvíjí jejich vyjadřovací schopnosti.
- *učební úlohy vázané formy* – existuje jednoznačné řešení úlohy. Může se jednat například o výpověď žáka, kdy přeřikává např. definici nebo vybírá odpověď z nabídky řešení.
  - a) *úlohy s tvořenou odpovědí (doplňovací)* – žák uvede například vzorec, jednotku, jméno, název apod.
  - b) *úlohy s výběrovou odpovědí*:
    - dvoučetný až mnohočetný výběr
    - kvizové

- seřadovací
  - přiřazovací
  - algoritmické (postupové)
  - rozdělovací
- c) úlohy smíšeného typu (s tvořenou i výběrovou odpovědí)

Existují i jiná dělení, například podle významu úlohy – *hlavní, doplňující* a *pomocné* nebo podle zaměření – *osobní* a *věcné* (Šimoník, 2003, s. 28). Tato dělení zde uvádíme jen informativně, ale nebudeme se jimi podrobněji zabývat, protože jsou pro účely této práce irelevantní<sup>2</sup>. Výše uvedené dělení bylo zvoleno z toho důvodu, že může být nápomocné při výběru fyzikálních úloh. Je totiž vhodné do výuky zařazovat formálně různá zadání úkolů. V opačném případě by mohly u žáků vyvolat pocit stereotypu, a jak bylo uvedeno výše (viz 1.2), správná úloha má být formulována především takovým způsobem, aby u žáka vyvolala zájem. To ale není jediný důvod, proč je vhodné střídát různé formy učebních úloh. V následujícím odstavci uvedeme některé výhody a nevýhody jednotlivých forem se zaměřením na fyzikální úlohy.

S *verbálními* učebními úlohami (*písemnými* i *ústními*) se setkáváme v mnohých situacích, například při zadávání domácích úkolů a písemných prací, ústním zkoušení aj. I když verbální učební úlohy zřejmě patří k nejčastěji využívaným ve výuce, nemůžeme opomenout pozitiva *nonverbálních* forem úloh, a to hlavně v hodinách fyziky. *Nonverbální* úlohy mohou sloužit k rozvoji manuálních operací. Ve fyzice se může jednat například o sestavení elektrického obvodu nebo provedení jakéhokoliv experimentu. Jsme toho názoru, že si žák lépe zapamatuje nebo pochopí probíranou látku, když si něco sám vyzkouší, prohlédne, vyhledá apod. Tyto úlohy se dají využívat i ke zkoušení, jde o tzv. *experimentální zkoušku* (více viz Svoboda & Kolářová, 2006, s. 177).

Učební úlohy *volné formy* se vyznačují tím, že neexistuje jedno očekávané řešení a žák svou odpověď produkuje sám. Díky tomu se můžou rozvíjet jeho vyjadřovací schopnosti. Výhodou toho, že žák svou odpověď (vysvětlení, zdůvodnění apod.) produkuje sám, může být pro učitele i to, že má možnost sledovat průběh žákova řešení. Dále sem zařazujeme úlohy, které zjišťují názory a postoje

---

<sup>2</sup> Další kritéria třídění učebních úloh viz například Vaculová, Janík, & Trna (2008, s. 35–39) nebo Tollingerová et al. (1986, s. 11–16).

žáka, můžou rozvíjet jeho hodnotící posouzení, vyjádření vlastních názorů apod. (viz Bloomovu taxonomii, část 2.2). Co se týče dimenze učitele, nevýhodou učebních úloh volné formy může být náročnost jejich evaluace a může hrozit jistá neobjektivita hodnocení. Dalším druhem jsou učební úlohy *vázané formy*, mezi které patří úlohy s dvoučetným až mnohočetným výběrem (viz výše). Dle našeho názoru patří tato forma učebních úloh k těm neobjektivnějším, protože většinou mají všichni žáci zajištěné stejné požadavky a stejná kritéria při hodnocení.

V předchozím textu byl zmíněn význam a možnosti využití různých forem učebních úloh ve výuce fyziky. Nepřímo jsme se u některých zmínili i o jejich funkci, avšak primárně se funkcemi učebních úloh zabývá až následující část.

## 1.4 Funkce učebních úloh

V předchozích částech jsme se už zabývali tím, co je učební úloha a jaké vlastnosti učebních úloh slouží k jejich rozpoznání. Stručně jsme se zmínili i o tom, jakým způsobem vhodně formulovat učební úlohy, aby splňovaly jazykové, obsahové i didaktické požadavky a uvedli jsme i jejich základní formy. Až doposud jsme se ale podrobněji nezabývali jejich funkcemi, což je cílem následujícího textu. Tollingerová uvádí následující *funkce* učebních úloh (cit. podle Heluse et al., 1979, s. 220):

- navozují žákovu činnost, fungují jako její *příčina*
- vytváří *prostor* pro žákovu činnost – do jisté míry vymezují operace, které má žák použít
- vystupují jako *podmínka* utváření žákovy činnosti, umožňují nejen dosažení jistého výsledku, ale vedou i k osvojení činnosti, která k němu směřuje
- vystupují jako *prostředek*, jimž lze žákovu činnost řídit

Podle Švece et al. (1996, s. 53) je učební úloha významnou součástí pedagogické komunikace, protože umožňuje navázat kontakt se žáky a probudit jejich zájem o učivo. Co se týče učitele, úlohy mu umožňují zjistit, jaké představy mají žáci o budoucí probírané látce. Dle našeho názoru slouží učební úlohy kromě výše uvedeného i k propojování poznatků z více oblastí, které spolu nějakým



způsobem souvisí (tzv. *mezioborové vztahy*). Další funkcí může být podpora domácí práce a přípravy žáků a v neposlední řadě rozvíjí samostatnost a vytrvalost žáků. Učební úlohy jsou dobrým způsobem monitorování učebních činností žáků a mohou sloužit i jako prostředek kontroly výsledků vzdělávání.

## 1.5 Význam a možnosti využití učebních úloh ve výuce fyziky

Když si představíme vyučování fyziky, pravděpodobně se nám kromě jiného vybaví i řešení příkladů. Jsme toho názoru, že k tomu, abychom naučili žáky aplikovat získané vědomosti v nových situacích, můžou ve velké míře posloužit právě fyzikální úlohy. V předchozím textu (viz 1.1) byly uvedeny charakteristiky učebních úloh podle různých autorů. Protože se tato práce zabývá hlavně učebními úlohami z fyziky, považujeme za vhodné uvést vymezení *fyzikální úlohy*. Svoboda a Kolářová (2006, s. 119) uvádějí, že „fyzikální úloha je formulace požadavků na činnost žáka, kterou žák provádí za daných předpokladů a podmínek, a to poměrně složitou a strukturovanou aktivitou, která přispívá ke správnému chápání podstaty fyzikálních jevů a příčinných souvislostí mezi těmito jevy“. Dle našeho názoru je tato charakteristika poněkud komplexnější než některé charakteristiky učební úlohy uvedené v části 1.1 (např. charakteristiky Holoušové nebo Průchy). Myslíme si to z toho důvodu, že čitateli současně ozřejmuje „co“ je fyzikální úloha, „jak“ ji žák řeší a zmiňuje se i o tom, „k čemu“ slouží. Podobným způsobem vymezuje učební úlohu Helus (viz 1.1).

Neodmyslitelnou dovedností každého učitele je dovednost vybírat takové učební úlohy a formulovat otázky, které vhodným způsobem aktivizují a podněcují studijní činnost žáka v učebním procesu a na druhé straně vedou ke splnění učitelem stanovených výukových cílů. Je nesmírně důležité zařazovat do výuky nejen úlohy týkající se zapamatování faktů, ale především učební úlohy, které podporují rozvoj vyšších poznávacích operací, jakými jsou například *aplikace*, *analýza* apod. (více viz část 3.3). Jinak řečeno, učební úlohy se dají považovat za jeden z hlavních prostředků rozvoje poznávacích operací. Nemůžeme nezmínit, že zajímavá a vhodně zvolená fyzikální úloha slouží jako motivační prvek, probouzí zvědavost žáka. V neposlední řadě se díky řešení úloh žák naučí konkretizovat, nebo naopak zobecnit fyzikální problém, vztah. Důležitá je i skutečnost, že fyzikální úlohy napomáhají

žákům propojovat vědomosti z fyziky s vědomostmi z jiných oblastí, zejména matematiky, chemie, případně biologie. Dostáváme se tak k mezioborovým vztahům, jejichž potřeba je několikrát zmíněná v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (viz RVP G, 2007, např. s. 12). Učební úlohy napomáhají žákům učit se fyzikálnímu myšlení. Vyžadují nejen vybavování poznatků, jejich zapamatování, prohloubení a procvičení, ale především jejich využití v nových situacích, v problémových úlohách a jsou dobrou pomůckou k pochopení podstaty fyzikálních jevů a procesů a jejich postavení v životě člověka. Přínosy zařazení učebních úloh do výuky se týkají nejen dimenze žáka, ale i dimenze učitele. Můžou mu například sloužit k ověření, zda byly splněny stanovené výukové cíle, tedy jako relativně spolehlivá zpětná vazba.

Důležitou součástí výuky fyziky jsou experimenty. Zařazení učebních úloh nebo různých problémových situací do laboratorních cvičení má pro žáka velký význam. Žák se například učí posuzovat postupy měření z hlediska efektivity nebo přesnosti, diskutovat a obhajovat vlastní výsledky, sestavovat vlastní plán měření, což odpovídá úrovním *syntéza a hodnotící posouzení* Bloomovy taxonomie (viz 2.2).

Jak bylo řečeno v předešlých odstavcích, učební úlohy mají ve výuce fyziky pro žáka i učitele významné postavení. Aby však učební úlohy měly pro žáka nějaký smysl, neměly by být řazeny do výuky nepromyšleně. Právě naopak, měly by tvořit logicky uspořádané soubory, související jednak s tématem vyučovací hodiny a hlavně by měly být podřízené stanoveným výukovým cílům. Jak píše Komenský (1946, s. 46), mělo by se postupovat „*od nečetných, od krátkých, jednoduchých, obecných, blízkých, pravidelných a poněmáhle postupovati k četnějším, věcem obšírnějším, složenějším, zvláštějším, odlehlejších a nepravidelným*“. To znamená, že bychom měli vybírat nejdříve úlohy, které od žáka vyžadují pouze znovupoznání a reprodukci poznatků až po úlohy vyžadující složitější kognitivní operace, tvořivé řešení.

S učební úlohou velmi úzce souvisí pojem *otázka*, proto se o něm v následujícím textu stručně zmíníme.

## 1.6 Vymezení pojmu otázka

Z předchozího textu (hlavně z části 1.1) vyplývá, že učební úlohou můžeme rozumět komplexní úkol nebo problém, který je potřeba vyřešit. K tomu, aby žák rozpoznal výzvu k řešení, se často využívají právě *otázky*. Otázku tedy můžeme chápat jako speciální typ učební úlohy nebo její část. Bylo by vhodné zmínit, že otázkou můžeme v některých případech rozumět tázací větu, ale jindy se pojmem otázka rozumí „různě ostrá formu příkazu, díky které si žák uvědomuje, že má odpovědět“ (Mareš & Křivohlavý, 1995, s. 73). Vymezením otázek se zabývali i jiní autoři (např. Švec et al., 1996), avšak pro účely této diplomové práce zmíníme následující charakteristiku Svobody a Kolářové (2006, s. 120), kteří uvádějí, že „každá úloha obsahuje dvě základní části (po formálně logické stránce), a to popis situace se zadáním všech nebo jen některých údajů potřebných k řešení a otázku nebo příkaz, které tvoří vlastní podnět k řešení a vymezují cíl úlohy“. Tuto charakteristiku jsme sem zařadili proto, že dává do souvislosti učební úlohu a otázku, takže může čtenář lépe pochopit, jaký je mezi těmito pojmy vztah.

V části 1.2 byly uvedeny základní parametry učebních úloh. U otázek bychom také mohli nalézt určité společné znaky. Každá správná otázka by měla splňovat jisté požadavky (Níkl, 1997, s. 50), o kterých se nyní zmíníme. Jedná se především o jednoznačnost otázky, tj. měla by být srozumitelně a přesně formulována. Její délka a náročnost musí být přizpůsobena možnostem a schopnostem žáka. Důležitá je správnost otázky, co se týče jazykového hlediska, ale také věcná správnost. Otázky by měly být krátké, jasně a výstižně formulované.

Stejně jako u učebních úloh, uvedeme na závěr klasifikaci a funkce otázek.

### 1.6.1 Klasifikace otázek

Otázka patří k základním prvkům verbální komunikace mezi pedagogem a žáky. Otázky kladené ve vyučovacích hodinách bychom mohli považovat za uměle vytvořené<sup>3</sup>, protože je často učitel promýšlí před vyučováním a jsou tvořeny s přihlédnutím na specifické cíle (Krykorková, 2011a). Stejně jako učební úlohy

---

<sup>3</sup> Kromě těchto otázek se můžeme pochopitelně setkat i s takovými, které přímo nesouvisí s obsahem a cíli vyučovací hodiny, ale slouží například k organizaci výuky a k napomínání (Níkl, 1997, s. 50).

i otázky mohou být *otevřené* a *uzavřené*. Otevřené otázky mohou být zodpovězeny širokým spektrem odpovědí. Slouží k podněcování komunikace a diskuze. Naproti tomu uzavřené otázky vyžadují jednoslovní odpověď a tazatel většinou může očekávat, jakou odpověď obdrží. Nejčastěji se jedná o otázky s odpovědí „ano, ne“, nebo se také jedná o přiřazení, uspořádání, doplňování apod. Podle H. Krykorkové (2011a) vyžadují uzavřené otázky u žáků uvažování na nižší úrovni (kognitivní úroveň I, viz část 3.1) a otevřené otázky podněcují rozvoj vyšších myšlenkových operací, např. porovnávání, vyvozování, hodnocení. Vztahují se tedy k úkolovým situacím, jež jsou řešeny na kognitivní úrovni II (viz část 3.1). Tato diplomová práce se zaměřuje hlavně na vyšší kognitivní úroveň (viz 3.1 a 3.2), proto se soustředíme především na otázky otevřené. Uvedme následující klasifikaci otázek podle Gavory a Šikulové (cit. podle Krykorkové, 2011a):

- *znalostní*  
Žák reprodukuje naučené poznatky. Jedná se o znalost definic, postupů, vzorců atd.  
Příklady: „Co...?“, „Jak...?“, „Kolik...?“, „Který z uvedených...?“
- *interpretační, vyjasňující*  
Od žáka se vyžaduje nalézt spojitosti mezi informacemi. Může se jednat o příčiny, které k něčemu vedly, nebo jejich důsledky aj.  
Příklady: „Proč...?“, „Z jakého důvodu...?“, „Jak vysvětlíte, že...?“
- *aplikační*  
Jedná se o použití naučených poznatků a znalostí v nových úkolových situacích.  
Příklady: „K čemu slouží...?“, „Kde v přírodě můžeme vidět...?“, „Jaké jsou další příklady...?“
- *analytické*  
Otázky vyžadující rozbor, rozklad na dílčí části, například rozbor, jak funguje určité technické zařízení.  
Příklady: „Podle čeho byly uspořádány...?“, „Jaké jsou hlavní a vedlejší znaky...?“
- *syntetické*  
Požadují vytvoření nového celku pomocí známých poznatků, například formulování pracovního postupu při měření.

Příklady: „Jak by to mohlo pokračovat dále?“, „Co bychom mohli dělat, aby...?“

- *evaluační (na hodnocení)*

Vyžadují vlastní názor, postoj, uspořádání hodnot, ...

Příklady: „Co si myslíte o...?“, „Posuďte, zda...“, „Zvažte, zda...“

Jak bylo zmíněno dříve (viz např. Úvod), jedním z hlavních cílů této práce je výběr fyzikálních úloh, které rozvíjí různé poznávací operace, přičemž bude využita taxonomie D. Tollingerové. K rozpoznání takových úloh nám může posloužit i výše uvedená klasifikace otázek, protože nám v mnohém připomíná některé úrovně taxonomie D. Tollingerové<sup>4</sup> (viz 2.2.2). Například *interpretační* otázky nalezneme u operace *zjišťování vztahu mezi fakty* (viz 3.3.5). S *analytickými* a *syntetickými* otázkami se setkáváme v úlohách zaměřených na *rozbor a skladbu* (viz 3.3.2) a otázky *evaluační* souvisí s myšlenkovou operací *hodnocení* (viz 3.3.12).

## 1.6.2 Funkce otázek

V této části jsou shrnuty některé funkce otázek, které považujeme za nejdůležitější. Podle Krykorkové (2011a) sem patří především to, že *usměrňují* a *aktivizují* myšlení žáka. Kromě navázání kontaktu se žáky, plní i funkci *informativní*, protože díky odpovědím na otázky učitel získává určitý obraz o zvládnutí probraného učiva, díky otázkám kontroluje a přímo nebo nepřímo hodnotí činnost žáků. Slouží mu tedy jako zpětná vazba.

K dalším funkcím otázek bychom mohli zařadit funkce zmíněné u učebních úloh (viz 1.4), protože otázkou rozumíme specifický typ nebo část učební úlohy, jak bylo zmíněno v části 1.6.

---

<sup>4</sup> Ve skutečnosti daná klasifikace otázek souvisí s Bloomovou taxonomií, která byla Tollingerové inspirací při klasifikaci učebních úloh (viz kapitolu 2).

## 2 Taxonomie výukových cílů a učebních úloh

„Dokud není myšlenka spojena s cílem, nelze dosáhnout rozumného výsledku.“

(James Allen)

Aby byl edukační proces kvalitní a každá činnost učitele měla své opodstatnění, je nezbytné každou vyučovací jednotku podřídit předem promyšleným specifickým cílům. Vhodně stanovené výukové cíle učiteli pomáhají nejen při přípravách na vyučování, ale hlavně během výuky. Díky učebním cílům totiž učitel ví, kam má jeho činnost směřovat, proč a kdy má učinit určité kroky a jaké úkolové situace vytvářet. Pro účely této diplomové práce je ale nutné položit si otázku, jaká je souvislost mezi specifickými cíli a učebními úlohami? Odpověď snad bude zřejmá z následujícího textu.

### 2.1 Specifické cíle a učební úloha

Cíle mají při didaktické i vzdělávací činnosti důležitou roli. Na jedné straně vymezují znalosti, dovednosti, postoje a hodnoty, které si má žák osvojit. Na druhé straně zabezpečují, aby proces výuky nebyl chaotický, protože pomáhají k uvědomění si toho, co je více a méně důležité. Problémem, jak formulovat cíle a jak vyjádřit úroveň osvojení si učiva, se zabývali mnozí pedagogové. Např. podle Svobody a Kolářové (2006, s. 16) mezi nejobvyklejší dělení výukových cílů patří následující dělení na cíle:

a) *kognitivní (poznávací)*

Souvisí s vědomostmi a intelektuálními dovednostmi, které si má žák osvojit.

b) *operační (psychomotorické, činnostní)*

Souvisí hlavně s osvojováním psychomotorických dovedností.

c) *hodnotové (postojové)*

Souvisí s vytvářením postojů a hodnotové orientace.

V tomto odstavci vysvětlíme vztah mezi cíli a učebními úlohami<sup>5</sup>. Specifické cíle velmi úzce souvisí právě s učebními úlohami, resp. s tím, jaké učební úlohy bychom měli tvořit a zařazovat do výuky. Na základě toho, který z uvedených cílů chceme právě rozvíjet, bychom měli volit i učební úlohy. Podle Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (viz RVP G, 2007, s. 8) je hlavním cílem výuky osvojení vědomostí, dovedností a postojů. Při osvojování všech těchto klíčových kompetencí mají významné postavení učební úlohy. Aby učební úlohy splňovaly své funkce (viz 1.4), musí být jejich výběr promyšlený. Přitom máme na mysli, že úlohy mohou odpovídat různé úrovni osvojování vědomostí, dovedností a postojů. Proto by bylo vhodné opírat se při jejich výběru o nějakou hierarchicky uspořádanou strukturu (taxonomii). Díky taxonomiím, které člení cíle (resp. úlohy) od nejjednodušších ke složitějším, můžeme řídit proces výběru učebních úloh a kromě toho kontrolovat a hodnotit úroveň osvojených vědomostí, dovedností a postojů žáků. V odborné literatuře se můžeme setkat s různými taxonomiemi kognitivních, operačních i hodnotových cílů. Pro účely této diplomové práce se budeme podrobněji zabývat jen kognitivními cíli, ale pro informaci zde odkazujeme také např. na následující taxonomie operačních a hodnotových cílů:

- taxonomie psychomotorických cílů zpracovaná R. H. Davem (viz Svoboda & Kolářová, 2006, s. 21)
- taxonomie postojových cílů B. Niemierka (viz Horák et al., 1994, s. 26)
- taxonomie hodnotových cílů podle D. R. Krathwohla (viz Svoboda & Kolářová, 2006, s. 22)

Tato práce se zabývá analýzou a výběrem učebních úloh se zaměřením na kognitivní operace. Z tohoto důvodu je účelné zabývat se hlavně taxonomií poznávacích cílů a taxonomií učebních úloh podle náročnosti kognitivních operací, jejichž realizace je nutná v procesu jejich řešení. Následující text je proto věnován Bloomově taxonomii poznávacích cílů a jejím revizím, ke kterým patří i taxonomie D. Tollingerové. Význam této taxonomie pro tuto práci bude vysvětlen především v částech 3.2 a 3.3.

---

<sup>5</sup> Využili jsme hlavně článek v časopisu *Pedagogická orientace* (Vaculová, Janík & Trna, 2008, s. 35–55) a skriptu Svobody a Kolářové (2006, s. 13–23).

## 2.2 Bloomova taxonomie poznávacích cílů

Za nejznámější pokus o hierarchicky uspořádanou klasifikaci poznávacích cílů se považuje taxonomie podle B. S. Blooma, která je zaměřená na přímou kognitivní činnost žáka a stala se inspirací pro mnoho novějších taxonomií. Původní verze z roku 1956 sestává ze šesti úrovní poznávacích cílů.

Jedním ze základních požadavků, které by učitelem vymezené výukové cíle měly splňovat, je, že by měly být udány formou očekávaného výkonu a činnosti žáka (ne učitele). K tomu se využívají tzv. *aktivní slovesa* a *aktivní slovesné vazby* (Svoboda & Kolářová, 2006, s. 17–18). Proto v tabulce níže kromě stručného popisu šesti úrovní Bloomovy taxonomie uvádíme i aktivní slovesa, která se dají využít k poměrně jednoznačné formulaci učebního cíle.

Tab. 1: Bloomova taxonomie poznávacích cílů  
(zpracováno podle Švece, V., Filové, H., & Šimoníka, O., 1996.)

<b>Cílová kategorie (úroveň osvojení)</b>	<b>Typická slovesa a jejich vazby používané k vymezení cílů</b>
<b>1. Zapamatování (znalost) specifických informací</b> Terminologie a specifická fakta, klasifikace a kategorizace, kritéria, obecné poznatky a generalizace v oboru teorie a struktur	definovat, doplnit, napsat, opakovat, pojmenovat, popsat, přiřadit, reprodukovat, seřadit, vybrat, vysvětlit, určit
<b>2. Pochopení (porozumění)</b> Překlad z jednoho jazyka do druhého, převod jedné formy komunikace do druhé, jednoduchá interpretace, extrapolace (vysvětlení)	dokázat, jinak formulovat, ilustrovat, interpretovat, objasnit, odhadnout, opravit, přeložit, převést, vyjádřit vlastními slovy, vyjádřit jinou formou, vysvětlit, vypočítat, zkontrolovat, změřit
<b>3. Aplikace</b> Použití abstrakcí a zobecnění (teorie, zákony, principy, pravidla, metody, techniky, postupy, obecné myšlenky v konkrétních situacích)	aplikovat, demonstrovat, diskutovat, interpretovat údaje, načrtnout, navrhnout, plánovat, použít, prokázat, registrovat, řešit, uvést vztah mezi, uspořádat, vyčíslit, vyzkoušet



<p><b>4. Analýza</b></p> <p>Rozbor komplexní informace (systému, procesu) na prvky a části, stanovení hierarchie prvků, principů jejich organizace, vztahů a interakce mezi prvky</p>	<p>analyzovat, provést rozbor, rozhodnout, rozlišit, rozčlenit, specifikovat</p>
<p><b>5. Syntéza</b></p> <p>Složení prvků a jejich částí do předtím neexistujícího celku (ucelené sdělení, plán nebo řada operací nutných k vytvoření díla nebo jeho projektu, odvození souboru abstraktních vztahů k účelu klasifikace nebo objasnění jevů)</p>	<p>kategorizovat, klasifikovat, kombinovat, modifikovat, napsat sdělení, navrhnout, organizovat, reorganizovat, shrnout, vyvodit obecné závěry</p>
<p><b>6. Hodnocení</b></p> <p>Posouzení materiálů, podkladů, metod a technik z hlediska účelu podle kritérií, která jsou dána nebo která si žák sám navrhne</p>	<p>argumentovat, obhájit, ocenit, oponovat, podpořit (názory), porovnat, provést kritiku, posoudit, prověřit, srovnat s normou, vybrat, uvést klady a zápory, zdůvodnit, zhodnotit</p>

V následujících odstavcích uvedeme vysvětlení jednotlivých úrovní (podle Svobody & Kolářové, 2006, s. 17–21):

Na první úrovni *znalost* požadujeme, aby si žák vybavil, reprodukoval, rozpoznal poznatky. Z hlediska fyziky se jedná například o znalost definic, fyzikálních veličin a jejich jednotek, materiálových konstant, dohodnutých konvencí, reprodukci zákonů, postupů, principů, znalost prostředků, grafů, tabulek aj.

Úroveň *porozumění* předpokládá, že žák umí poznatky vyjádřit jinak než učitel, umí přejít od slovního k symbolickému zápisu a naopak, interpretovat materiálové konstanty, řešit úlohu svým způsobem, předvídat výsledky pokusu atd. Tato úroveň se týká také mezioborových vztahů. Příkladem může být vztah poznatků o oku v optice a biologii.

Úroveň *aplikace* se týká dovedností využít poznatky při řešení problémových úloh a jejich využití v praktických situacích. Například demonstrovat jev, diskutovat různé možnosti řešení, použít správně vzorce, grafy.

Další úrovní je *analýza*. Zahrnuje dovednost rozdělit sdělené poznatky na části a chápat vztahy mezi nimi – například zjistit, jak fungují prvky uvnitř nějaké větší struktury, rozlišit fakta od hypotéz, rozlišit nadbytečné údaje při řešení úloh.

*Syntéza* se týká skládání prvků a částí tak, aby žák vytvořil pro něj dosud neznámý celek, například sestavení plánu měření, napsání eseje, vypracování projektu apod.

Poslední úroveň *hodnocení* se týká například posouzení měření z hlediska přesnosti, řešení úlohy s přihlédnutím na efektivitu postupu, obhájení vlastního názoru atd.

Bloomova taxonomie byla několikrát revidována. Stala se předlohou při tvorbě několika dalších hierarchicky uspořádaných struktur, mezi které patří například i *klasifikace otázek*, kterou jsme se zabývali v části 1.6.1. Další známou revizi vypracovali Byčkovský a Kotásek (více viz např. Maňák & Janík, 2009, s. 132–137), avšak pro účely této práce se jí nebudeme podrobněji zabývat. Kromě toho se Bloomovou taxonomií inspiroval i Edward B. Fry, který šest základních úrovní této taxonomie podrobněji specifikoval. Díky této taxonomii můžeme získat ještě detailnější pohled na poznávací cíle. Kromě toho má taxonomie E. B. Frye pro naši práci ještě i jiný smysl. Ten ale vysvětlíme až později v části 2.2.2.

## 2.2.1 Revize Bloomovy taxonomie podle Edwarda B. Frye

E. B. Fry se kromě jiného zabýval kognitivními cíli a jejich uspořádáním. Při jeho práci mu byla předlohou Bloomova taxonomie (viz předchozí část). Jak můžeme vidět níže, šest základních úrovní Fry rozčlenil ještě na další „podúrovně“ následujícím způsobem (cit. podle Holoušové, 1986, s. 196):

### 1. Znalosti

#### 1.1 znalost specifík

##### 1.11 znalost terminologie

##### 1.12 znalost specifických faktů

#### 1.2 znalost způsobu a smyslu užívání specifík

##### 1.21 znalost konvencí

##### 1.22 znalost vývojových směrů a následností

- 1.23 znalost klasifikací a kategorií
- 1.24 znalost kritérií
- 1.25 znalost metodologie
- 1.3 znalost univerzálií a abstrakcí v oboru
  - 1.31 znalost principů a generalizací
  - 1.32 znalost teorií a struktur
- 2. Chápání
  - 2.1 translace
  - 2.2 interpretace
  - 2.3 extrapolace
- 3. Použití
- 4. Analýza
  - 4.1 analýza prvků
  - 4.2 analýza vztahů
  - 4.3 analýza organizačních principů
- 5. Syntéza
  - 5.1 vytvoření uceleného sdělení
  - 5.2 vytvoření plánu nebo navržení množiny operací
  - 5.3 odvození množiny abstraktních vztahů
- 6. Hodnocení
  - 6.1 úsudek v podmínkách vnitřního důkazu
  - 6.2 úsudek v podmínkách vnějších kritérií

Na základě výše uvedené struktury můžeme vidět, jak členité je uspořádání poznatkových cílů, a zřejmě ani práce s nimi není jednoduchá. Na druhé straně bychom si ale měli uvědomit, jak důležitá je práce s výukovými cíli. Kdybychom totiž svoji pedagogickou činnost nezakládali na vytyčených cílech, mohlo by se stát, že bychom se zaměřovali jen na nižší úroveň (např. znalostní) a ostatním, složitějším kognitivním úrovním bychom se věnovali v nepostačující míře.

Na základě Bloomovy taxonomie jsme získali základní přehled o úrovních poznatkových cílů a s přihlédnutím k upravené taxonomii podle Frye můžeme s cíli lépe, detailněji a kvalitněji pracovat. V části 2.1 jsme se zmínili o tom, že výukové cíle ovlivňují kromě jiného i výběr a tvorbu učebních úloh. Podobně jako to bylo u práce s poznatkovými cíli, i k této činnosti můžou přispět různé taxonomie úloh.

My se v této práci budeme zabývat hlavně taxonomií učebních úloh D. Tollingerové, které je věnována následující část.

## 2.2.2 Taxonomie učebních úloh D. Tollingerové

D. Tollingerová patřila k prvním československým autorům, kteří se začali zabývat učebními úlohami. K vypracování teorie učebních úloh ji přivedlo programované učení (podrobněji viz Tollingerová et al., 1966). Podle Tollingerové (cit. podle Holoušové, 1986, s. 195–196) je důležité, aby učitel vytvořil ve vyučovací hodině podmínky, které umožňují u žáka rozvíjet složité myšlenkové operace, protože cílem výchovy je poskytovat nejen odborné vědomosti, ale i způsob, jak s nimi zacházet. K tomu nejlépe slouží právě učební úlohy. Přitom je nezbytné, aby byla učební úloha vytvořena v souladu s pedagogickými cíli.

V předchozí části jsme naši pozornost věnovali revidované Bloomově taxonomii podle E. B. Frye. Tollingerová se ve své práci opírala především o tuto taxonomii. Na jejím základu vypracovala členění učebních úloh, které uspořádala do kategorií podle operací nutných k jejich vyřešení. Uveďme nyní tuto taxonomii (cit. podle Holoušové, 1986, s. 197):

1. Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
  - 1.1 znovupoznání
  - 1.2 reprodukci jednotlivých čísel, faktů, pojmů
  - 1.3 reprodukci definic, norem, pravidel
  - 1.4 reprodukci textových celků, básní, tabulek
2. Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatkami
  - 2.1 zjištění faktů (měření, vážení, jednoduché výpočty)
  - 2.2 vyjmenování a popis faktů (výčet, soupis atd.)
  - 2.3 vyjmenování a popis procesů a způsobů činností
  - 2.4 rozbor a skladbu (analýzu a syntézu)
  - 2.5 porovnávání a rozlišování (komparaci a diskriminaci)
  - 2.6 třídění (kategorizaci a klasifikaci)
  - 2.7 zjišťování vztahů (příčina, následek, cíl, prostředek, vliv, funkce, užitek, nástroj, způsob)
  - 2.8 abstrakci, konkretizaci, zobecňování

- 2.9 řešení jednoduchých příkladů (s neznámými veličinami)
- 3. Úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatky
  - 3.1 překlad (translaci, transformaci)
  - 3.2 výklad (interpretaci), vysvětlení smyslu, významu, zdůvodnění
  - 3.3 vyvozování (indukci)
  - 3.4 odvozování (dedukci)
  - 3.5 dokazování (argumentaci) a ověřování (verifikaci)
  - 3.6 hodnocení
- 4. Úlohy vyžadující sdělení poznatků
  - 4.1 vypracování přehledu, výtahu, obsahu apod.
  - 4.2 vypracování zprávy, pojednání, referátu apod.
  - 4.3 samostatné písemné práce, výkresy, projekty atd.
- 5. Úlohy vyžadující tvořivé (produktivní) myšlení
  - 5.1 úlohy na praktickou aplikaci
  - 5.2 řešení problémových úloh a situací
  - 5.3 kladení otázek a formulace úloh nebo zadání
  - 5.4 objevování na základě vlastního pozorování (na senzoričské bázi)
  - 5.5 objevování na základě vlastních úvah (na racionální bázi)

Taxonomie Tollingerové obsahuje pět základních kategorií, zatímco Bloom vypracoval úrovní šest. To ale není jediný rozdíl mezi nimi. Můžeme si všimnout, že s Bloomovou taxonomií přímo souvisí hlavně první tři kategorie úloh<sup>6</sup>. Čtvrtá kategorie (*úlohy vyžadující sdělení poznatků*) a pátá kategorie (*úlohy vyžadující tvořivé myšlení*) jsou v této taxonomii v určitém smyslu specifické. Uveďme, v čem se tyto kategorie od předešlých tří liší (srov. Holoušová, 1986, s. 198):

Při řešení úloh čtvrté kategorie se kromě provedení myšlenkových operací od žáka očekává i nějaká verbální aktivita. Tím máme na mysli její mluvenou i psanou formu. Kromě toho tyto úlohy vypovídají nejen o výsledcích řešení, ale i jeho průběhu, fázích, potížích, předpokladech aj. Pátá kategorie je nejkomplexnější ze všech ostatních. To z toho důvodu, že předpokládá aktivní využívání předešlých poznávacích operací. Podstatné je, že žák musí tyto operace při řešení úloh tohoto typu samostatně kombinovat do složitějších struktur. Při tom je důležitý proces

---

<sup>6</sup> Podobnost mezi prvními třemi kategoriemi taxonomie D. Tollingerové a upravené Bloomovy taxonomie podle Frye je dle našeho názoru zřejmá. Proto jejich porovnání přenecháme čtenáři.

plánování a vymýšlení různých strategií a postupů. Výsledkem úlohy by mělo být něco, co je pro žáka nové.

Taxonomie D. Tollingerové se stala pro nás předlohou při výběru fyzikálních úloh k rozvoji různých poznávacích operací. Při tom jsme se rozhodli podrobně věnovat poznávacím operacím a učebním úlohám druhé a třetí kategorie. Příčiny této volby jsou vysvětleny v následující kapitole. Dále v ní můžeme nalézt charakteristiku poznávacích operací a odkazy na typické fyzikální úlohy ke každé z nich.

### 3 Kognitivní úrovně a poznávací operace

„Člověk od přírody baží po poznání.“

(Aristotéles ze Stageiry)

Ve vyučovacím procesu by každá činnost pedagoga měla mít své opodstatnění, každý jeden krok by měl mít určitý smysl a důvod. Právě proto je velmi důležité precizní promyšlení stavby vyučovací hodiny, k čemuž neodmyslitelně patří i vytyčení výukových cílů. Ke kontrole osvojení poznatků mohou učitelé posloužit učební úlohy, jejichž výběr by měl být také uvědomělým procesem. Součástí učitelovy přípravy na vyučování by měl být výběr takových úloh a úkolových situací, jejichž kognitivní úroveň si pedagog předem uvědomuje, aby byla příslušná skladba operací adekvátní žakovým schopnostem. Učitel potom vhodným a předem promyšleným výběrem úloh stimuluje žakovu pozornost a aktivitu.

Máme-li se v této práci zabývat fyzikálními úlohami a jejich rozdělením podle poznávacích operací, díky nimž žák zadaný úkol splní, je nezbytné zamyslet se nad kritériem jejich výběru. Při tom nám může být nápomocné rozdělení školního učení podle H. Krykorkové (2011b) na dvě kognitivní úrovně, jehož podstata je uvedena v následujícím textu.

#### 3.1 Kognitivní úrovně podle H. Krykorkové

Teorie kognitivních úrovní podle H. Krykorkové vychází z Piagetovy teorie inteligence. Na úvod velmi stručně uvedeme její základní myšlenky (více viz Kratochvíl, 2006):

Jedná se o psychologii vývoje kognitivních struktur. Piaget rozlišuje dva aspekty poznání, a to aspekt *figurativní*, který se týká smyslů, a aspekt *operační*, který odkazuje na činnost. Figurativní aspekt poznání (odpovídá *kognitivní úrovni I*, viz dále) určitým způsobem zachycuje stav věcí (představa, paměť, imitace). Operační aspekt (odpovídá *kognitivní úrovni II*, viz dále) zachycuje transformace, které jedinec provádí. Tento typ Piaget uvádí pod názvem *reflexivní abstrakce* a právě ta je základem logicko-matematického poznání.

H. Krykorková rozlišuje dvě kognitivní úrovně, avšak uvádí (2011b), že „dělicí čára mezi těmito dvěma úrovněmi nevytváří ostrou hranici, vzájemný přesah je logický a je zřejmé, že úroveň I je z kognitivně vývojového hlediska předstupněm úrovně II“. Stručné charakteristiky jednotlivých úrovní (Krykorková, 2011b) jsou následující:

### **Kognitivní úroveň I**

Jedná se o kognitivní činnosti nižší úrovně a označujeme ji jako „učení s porozuměním“. Reprezentuje poznávací činnosti žáků převážně na prvním stupni základní školy. Týká se především vázanosti na kontext a v něm obsažené informace, na jejich příjem a zpracování. Učení s porozuměním umožňuje žákovi vysvětlení, třídění a aplikaci získaných znalostí a vědomostí. Důraz by měl být kladen na vnášení smyslu do poznávání, na rozvoj konkretizace, představivosti, aktivace osobní zkušenosti atd. Dále se rozvíjí proces přepisování vlastností předmětům a jevům, hledání souvislostí, interpretace příčin a následků, hledání významu. Žák získává základní metakognitivní zkušenosti.

### **Kognitivní úroveň II**

Jedná se o kognitivní činnosti vyšší úrovně. Je více samostatná a váže se na utváření vlastních myšlenkových obsahů. Učení je více kreativní, autonomní a formální. Formuje se abstraktní myšlení. Metakognice dosahuje vyšší, obecnější úrovně. Základem této úrovně je učení se principům, které zvyšuje úspěšnost při řešení problémů. Základním předpokladem je uvědomění si problému, stanovení hypotéz a použití adekvátní myšlenkové operace. Učení se pojmům zahrnuje slovní a rozumové poznání. Tento typ učení je užitečný při řešení analogických problémových situací. Kognitivní úroveň II dále podporuje rozvoj tvořivosti, která může být nápomocná při řešení divergentních úloh. V neposlední řadě rozvoj vyšší úrovně slouží k vyjádření vlastních postojů a stanovisek.

## **3.2 Kognitivní úroveň zvolených fyzikálních úloh**

V předchozím textu byly charakterizovány kognitivní úrovně I a II podle H. Krykorkové. Jak bylo zmíněno, první kognitivní úroveň je dominantní na prvním stupni základní školy a druhá úroveň se týká převážně druhého stupně základní školy



a středních škol (Krykorková, 2011b). Cílem této práce je vytvořit materiál s učebními úlohami z fyziky pro učitele středních škol, proto se výběr úloh soustřeďuje hlavně na kognitivní úroveň II. Pro naši práci je důležité konkrétně se zamyslet, které typy učebních úloh taxonomie D. Tollingerové bychom mohli zařadit ke kognitivní úrovni II. Dle našeho uvážení s touto úrovní nejvíc souvisí třetí a částečně druhá kategorie taxonomie učebních úloh. Z tohoto důvodu se tato diplomová práce zaměřuje hlavně na následujících jedenáct typů učebních úloh taxonomie D. Tollingerové<sup>7</sup>:

#### *Jednoduché myšlenkové operace s poznatky*

- úlohy na rozbor a skladbu (analýzu a syntézu)
- úlohy na porovnávání a rozlišování (komparaci a diskriminaci)
- úlohy na třídění (kategorizaci a klasifikaci)
- úlohy na zjišťování vztahu mezi fakty (příčina, následek, cíl, prostředek, vliv, funkce, nástroj, způsob apod.)
- úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování

#### *Složitější myšlenkové operace s poznatky*

- úlohy na překlad (transformaci)
- úlohy na výklad (interpretaci), vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění apod.
- úlohy na vyvozování (indukci)
- úlohy na odvozování (dedukci)
- úlohy na dokazování a ověřování (verifikaci)
- úlohy na hodnocení

První a částečně i druhá kategorie taxonomie D. Tollingerové, konkrétně typy úloh 1.1 až 1.4, 2.1 až 2.3 (viz 2.2.2), souvisí s přijímáním a zpracováním informací. Avšak úkolem fyziky je podle našeho názoru hlavně jejich použití v problémových situacích, pochopení smyslu sdělených faktů, jejich aplikace. Proto je tato práce

---

<sup>7</sup> Zde je uvedena jen druhá a třetí úroveň (konkrétně typy úloh 2.4 až 2.8 a 3.1 až 3.6) taxonomie D. Tollingerové, všechny úrovně byly zmíněny v části 2.2.2.

zaměřena na výše uvedených jedenáct typů úloh. Přesto je i rozvoj jednodušších úrovní nepostradatelný, protože jejich zvládnutí je předpokladem pro rozvoj vyšší úrovně. Kromě tzv. *rutinních úloh* (typ 2.9), se kterými se žáci nejčastěji setkávají, by měly mít v hodinách své místo i jiné úlohy druhé a třetí kategorie taxonomie D. Tollingerové. Zařazení fyzikálních úloh druhé a třetí kategorie do výuky je důležité k lepšímu porozumění fyzikálním zákonům a dějům.

Pokud jde o úlohy 4.1 až 4.3, tak ty by mohly být využívány například v projektové výuce nebo při samostatné práci žáků – prezentaci zpracovaného tématu, referátu apod. Úlohy vyžadující tvořivé myšlení, tj. 5.1 až 5.5, by se mohly využít v rámci heuristické metody výuky. Na uvedené typy úloh ze čtvrté a páté kategorie se tato diplomová práce nezaměřuje.

### 3.3 Charakteristika poznávacích operací

#### 3.3.1 Úvod

V předchozím textu byl vícekrát zmíněn pojem *kognitivní* (resp. *myšlenková, poznávací*) *operace*. Na základě prostudované odborné literatury zabývající se poznávacími operacemi zde uvádíme, že dle našeho chápání autoři všemi těmito pojmy myslí v podstatě totéž. Proto považujeme všechny uvedené pojmy i v této práci za synonyma. Rozumíme jimi „*účelné mentální manipulace s psychickými obsahy, které směřují k řešení teoretických i praktických problémů*“.<sup>8</sup>

Cílem této diplomové práce je příprava materiálu, který obsahuje základní informace o poznávacích operacích. Kromě toho obsahuje úlohy z různých oblastí fyziky, avšak hlavní důraz je kladen na typické úlohy vztahující se k rozvoji různých jednodušších i složitějších myšlenkových operací. Učitel tak může získat určitý přehled o typech úloh, jejichž použití je ve výuce fyziky vhodné k dosažení a kontrole vytyčených cílů. Kromě vypracování tohoto „průvodce“ a uvedení jednotlivých typů úloh je ale důležité, aby měl každý učitel k dispozici výstižný popis poznávacích operací a kritérií, kterými se daná operace vyznačuje. Náplní této práce je výběr omezeného počtu úloh, proto je pochopitelné, že by pedagog měl být

---

<sup>8</sup> Převzato z *Myšlení, myšlenkové operace a řešení problémů* (dostupné z <http://www.studium-psychologie.cz>).

seznámen se základními znaky daných poznávacích operací, aby byl schopen další úlohy rozpoznat a případně je i tvořit.

Po prostudování stávající literatury týkající se teorie učebních úloh a poznávacích operací bylo zjištěno, že se ani jeden autor v námi prostudovaných publikacích (viz Seznam literatury) podrobněji nezabýval charakteristikami samotných poznávacích operací. Autoři se zabývali hlavně popisem obecnějším, tj. například popisem jednotlivých poznávacích úrovní. Svoboda a Kolářová (2006, s. 122–126) uvádějí ke každému typu učebních úloh (podle taxonomie D. Tollingerové) několik příkladů z fyziky, díky čemuž jsme získali určitý přehled, jaké učební úlohy by mohly do dané kategorie patřit. Ačkoliv bylo zpočátku porozumění jednotlivým kategoriím a typům učebních úloh podle jejich názvu spíše intuitivní, po analyzování více fyzikálních sbírek a učebnic se pohled na ně do značné míry ucelil. Úlohy byly do uvedených jedenácti kategorií zařazovány na základě společných znaků. Je nutné poznamenat, že není vždy možné striktně vymezit základní poznávací operace nutné k řešení určité úlohy, protože nejčastěji dané řešení pokrývá operací více. Může se také stát, že má úloha více různých řešení, která nevyžadují realizaci stejných poznávacích operací. Cílem této diplomové práce je vybírat takové úlohy, které reprezentují především jednu hlavní poznávací operaci. To ovšem neznamená, že se v úloze nerealizují operace jiné.

V následujícím textu je uvedena charakteristika poznávacích operací, přičemž jsme kromě odborné pedagogické a didaktické literatury vycházeli například i ze slovníku cizích slov. Dále je zde uvedeno vzájemné porovnání poznávacích operací a u většiny i návaznost na Bloomovu taxonomii poznávacích cílů. Při této činnosti byla využita hlavně skripta Svobody a Kolářové (2006). Je zřejmé, že k realizaci složitějších procesů nemůže chybět osvojení například úrovně *znalost*, i když ji v textu přímo neuvádíme. Součástí je i několik odkazů na typické učební úlohy, vždy k určité kognitivní operaci. Zdroj každé z těchto úloh je uveden v tabulce pod jednotlivými charakteristikami, kde je uvedena sbírka, resp. učebnice, strana a číslo úlohy. Kvůli snadnější manipulaci s těmito tabulkami (konkrétně Tab. 4 až Tab. 14) uvádíme níže seznam názvů fyzikálních sbírek a učebnic a jejich zkratky použité v dalším textu.

Tab. 2: Seznam názvů fyzikálních sbírek a jejich zkratky použité v dalším textu

Fyzikální sbírka	Zkrácený zápis
Bartuška, K. (1997). <i>Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I.</i> Praha: Prometheus.	Bartuška I
Bartuška, K. (1997). <i>Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy II.</i> Praha: Prometheus.	Bartuška II
Bartuška, K. (1998). <i>Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy III.</i> Praha: Prometheus.	Bartuška III
Bartuška, K. (2000). <i>Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy IV.</i> Praha: Prometheus.	Bartuška IV
Lepil, O. et al. (1995). <i>Fyzika – Sbírka úloh pro střední školy.</i> Praha: Prometheus.	Lepil
Žák, V. (2011). <i>Fyzikální úlohy pro střední školy.</i> Praha: Prometheus.	Žák

Tab. 3: Seznam názvů fyzikálních učebnic a jejich zkratky použité v dalším textu

Učebnice fyziky	Zkrácený zápis
Bednařík, M. et al. (2000). <i>Fyzika pro gymnázia – Mechanika.</i> Praha: Prometheus.	Mechanika
Bartuška, K., & Svoboda, E. (2000). <i>Fyzika pro gymnázia – Molekulová fyzika a termika.</i> Praha: Prometheus.	Molek. a term.
Lepil, O. (2001). <i>Fyzika pro gymnázia – Mechanické kmitání a vlnění.</i> Praha: Prometheus.	Kmit. a vln.
Lepil, O., & Šedivý, P. (2000). <i>Fyzika pro gymnázia – Elektřina a magnetismus.</i> Praha: Prometheus.	El. a mag.
Lepil, O. (2002). <i>Fyzika pro gymnázia – Optika.</i> Praha: Prometheus.	Optika
Štoll, I. (2002). <i>Fyzika pro gymnázia – Fyzika mikrosvětla.</i> Praha: Prometheus.	Mikrosvět
Bartuška, K. (2001). <i>Fyzika pro gymnázia – Speciální teorie relativity.</i> Praha: Prometheus.	STR
Macháček, M. (2004). <i>Fyzika pro gymnázia – Astrofyzika.</i> Praha: Prometheus.	Astrofyzika

V následujících částech uvádíme několik typických úloh ke každé poznávací operaci. Počet typických úloh je pro každou operaci různý. Je to z toho důvodu, že se jejich počty značně liší i ve stávajících fyzikálních sbírkách a učebnicích (podrobněji viz Závěr). Všechny zde uvedené úlohy prošly expertním šetřením (viz 4.2).

### 3.3.2 Rozbor a skladba (analýza a syntéza)

Podle Svobody a Kolářové (2006, s. 225) je analýza „základní myšlenkový postup rozkládající vymezený celek na jeho prvky a zkoumající vztahy mezi těmito prvky“. Je důležité si uvědomit, že na rozdíl od pouhého *vyjmenování* částí nějakého celku *rozbořem* nebo *rozkladem* celku rozumíme podrobné zaměření se na jeho části,

abychom si uvědomili a lépe pochopili jeho smysl, činnost a souvislost mezi jednotlivými složkami. Při řešení fyzikální úlohy analytickým způsobem dochází k rozboru složitějších skutečností na jednodušší. Chceme-li takovou úlohu vyřešit a dospět k výsledkům, je často potřeba učinit detailní pozorování, soustředit se na podrobnosti a pečlivě prozkoumat problém. Někdy se setkáváme s fyzikálními úlohami, které od žáka vyžadují například prozkoumání částí přístroje nebo elektrického obvodu. Tyto úlohy se od prostého vyjmenování a popisu částí určitého celku liší tím, že se při analýze klade důraz na pochopení toho, jak spolu jednotlivé části souvisejí. K analytickým úlohám jsou dále řazeny úkoly vyžadující podrobný rozbor dějů, vztahů, zákonů apod. Například analýzou fyzikálního zákona, který lze vyjádřit matematickým vztahem, rozumíme zaměřením se na jednotlivé fyzikální veličiny (případně konstanty), které v něm vystupují, přičemž je důležité uvědomit si jejich smysl, souvislosti mezi nimi, příp. propojení s realitou.

Syntézou obecně rozumíme (Opatíková & Brukker, 2006, s. 393) *spojování, sjednocování*. Jedná se o spojování dvou nebo více skutečností do jednoho celku. Svoboda a Kolářová (2006, s. 20) uvádějí jako jeden z hlavních znaků syntézy to, že skládáním informací vzniká nový celek, nová kvalita, něco „osobitého, co předtím ve zkušenosti žáka neexistovalo“. Jako příklad můžeme uvést úkol, kdy má žák sestavit elektrický obvod s požadovanými vlastnostmi.

Existuje mnoho úloh, které vyžadují současně analytické i syntetické řešení, resp. je docela složité oddělit analýzu od syntézy a naopak, proto často uvádíme, že se jedná o analyticko-syntetickou strategii řešení úlohy.

*Analýza* a *syntéza* jsou přímo čtvrtou a pátou úrovní Bloomovy taxonomie poznávacích cílů (viz 2.2).

Tab. 4: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *rozbor a skladba (analýza a syntéza)*

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Bartuška IV	64	51
	67	53
Žák	14	A 1.7
	17	A 2.2
Bartuška III	150	153

### 3.3.3 Porovnávání a rozlišování (komparace a diskriminace)

Už z názvu těchto poznávacích operací může být intuitivně zřejmé, co si pod nimi představít. Přesto zde uvádíme podrobnější charakteristiku. Porovnávání a rozlišování jsou poznávací operace, které souvisí s dovedností žáka identifikovat určité objekty nebo jevy na základě daných vlastností. Kritéria, podle kterých se porovnává a rozlišuje, mohou být různá. Vycházíme-li z různých hledisek, může mít úloha více řešení. Můžeme se tedy setkat s řešením, které poukazuje na podobnost objektů na základě jednoho kritéria, ale rozlišuje je na základě kritéria jiného. Uveďme nyní několik příkladů učebních úloh, jejichž řešení se realizuje pomocí komparace a diskriminace. Jedním možným způsobem je porovnávání kvalitativní, kdy výsledkem úlohy je například diskuze o nalezených vlastnostech, které jsou daným objektům (jevům) společné a ve kterých se liší. Například: „Porovnejte závislost odporu vodiče a polovodiče na teplotě.“ Dále se můžeme setkat s úlohami, které spočívají v kvantitativním uspořádání objektů podle určitého kritéria, což také vyžaduje jejich komparaci. Například: „Uspořádejte předložené látky vzestupně podle jejich hustoty.“

Aby žák uměl identifikovat společné, resp. rozličné znaky objektů (jevů), je nezbytné, aby příslušnou fyzikální problematiku znal. K tomu, aby objekty dokázal i roztrždit, je ale potřeba získaným poznatkům hlouběji porozumět. Porovnávání a rozlišování jsou tedy poznávací operace, které spadají zejména pod první úroveň *znalost* a druhou úroveň *porozumění* Bloomovy taxonomie.

Tab. 5: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *porovnávání a rozlišování*

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Bartuška I	111	117
Bartuška II	8	3
	14	13
	24	26
	25	28
	30	35
	45	52
Bartuška III	69	81
	114	117
Bartuška IV	148	151
	191	164
Mechanika	43	1
	43	2

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Kmit. a vln.	18	1
El. a mag.	38	1
	86	1

### 3.3.4 Třídění (kategorizace a klasifikace)

Na úvod zmíníme, že v této práci budeme pojmy *kategorizace*, *klasifikace* a *třídění* považovat za synonyma. *Tříděním* rozumíme poznávací operaci, při které jsou rozeznávány objekty (resp. jevy, děje aj.). Objekty, které mají určité společné znaky a vlastnosti, jsou zařazeny do stejné skupiny (kategorie). Někdy se setkáváme s úlohami, které požadují seskupení daných objektů (jevů, dějů aj.) podle předem daných kritérií, jindy je úkol zadán tak, aby žák rozdělil objekty podle vlastnosti, kterou sám nalezne. Učební úlohy na třídění se v určitých případech mohou překrývat s učebními úlohami na komparaci a diskriminaci.

Operaci *třídění* bychom mohli zařadit k úrovni *porozumění* Bloomovy taxonomie.

Tab. 6: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *třídění*

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Žák	26	A 3.3
	64	B 1.2
	47	A 6.4
	68	B 3.3
	88	A 1.2

### 3.3.5 Zjišťování vztahu mezi fakty

*Zjišťování vztahu mezi fakty* je například stanovení, jakou příčinou byl vyvolán daný stav, proč nastal nějaký děj nebo naopak, k čemu daný děj vede, co bude jeho následkem, jaký bude jeho účinek na jiný objekt apod. Úlohy, které vyžadují zjišťování příčiny nebo následku, jsou důležitým předpokladem k rozvoji poznávací operace *hodnocení* (viz 3.3.12). Typická úloha může být například taková, že požaduje nalezení způsobu, jak provést experiment, výpočet, měření apod.

Důležitým typem fyzikálních úloh týkajících se vztahu mezi fakty, je zjišťování funkce součástek v nějakém přístroji, resp. v elektrickém obvodu (například funkce komutátoru v elektromotorech). Při tomto procesu se může částečně uplatnit i poznávací operace *rozbor a skladba* (viz 3.3.2).

Zjišťování vztahů mezi určitými fakty rozvíjí třetí úroveň – *aplikaci* Bloomovy taxonomie, ale v některých případech je potřebné k objasnění vztahů i podrobnější rozbor situace, dostáváme se tak i k úrovni čtvrté – *analýze*.

Tab. 7: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *zjišťování vztahu mezi fakty*

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Mechanika	71	2
Lepil	71	27
El. a mag.	168	4
Žák	164	A 3.9
	60	A 7.6

### 3.3.6 Abstrakce, konkretizace a zobecňování

*Abstrakcí* (Farková, 2002, s. 40) rozumíme poznávací operaci, při které dochází ke zkoumání určitých objektů tak, že se pozornost soustřeďuje na podstatné znaky. Jiné, méně důležité (irelevantní) vlastnosti se neuvažují, čímž se získává obecnější pohled na předměty zkoumání. Ve výuce fyziky můžeme abstrakcí rozumět i přechod od zkušenosti žáků získané během experimentování k teoretickým poznatkům, které jsou obecně platné. Rozvoj abstraktního myšlení je ve fyzice velmi důležitý, především k pochopení složitějších pojmů, které spadají například do kvantové a jaderné fyziky, speciální teorie relativity, kdy se žák setkává s absencí zkušenosti a nedostatečností smyslového poznání. Opatíková a Brukker (2006, s. 6) vysvětlují pojem abstrakce jako „myšlenkovou operaci od jednotlivostí k obecnému“, což znamená, že pojem abstrakce je těsně spjatý se zobecňováním.

Po prostudování fyzikálních učebnic a sbírek pro střední školy bylo zjištěno, že se ve fyzikálních úlohách o zobecňování mluví často v smyslu přechodu od jednoho (dvou) objektů k  $n$  objektům. Jedná se zejména o úlohy, které vyžadují zobecnění vztahů, jako například výsledná kapacita  $n$  kondenzátorů apod.

*Konkretizace* je antonymem k *abstrakci* a znamená upřesnění. Úlohy zaměřené na konkretizaci vyžadují například přechod od vztahů obecnější teorie



k vztahům speciálním, např. přechod od vztahů speciální teorie relativity, kde po zanedbání členů vyšších řádů můžeme přejít k vztahům klasické fyziky.

Uvedené poznávací operace je velmi obtížné zařadit do jedné úrovně Bloomovy taxonomie. I když je Tollingerová řadí k jednodušším myšlenkovým operacím, v mnoha fyzikálních úlohách se při abstrakci, konkretizaci a zobecňování realizuje částečně například i *analýza*, proto bychom je v některých případech mohli považovat za operace složitější.

Tab. 8: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *abstrakce, konkretizace a zobecňování*

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
El. a mag.	46	2
Žák	227	C 35
Bartuška III	57	60

Další úlohy:

- Určete výsledný odpor paralelního a sériového zapojení  $n$  rezistorů na základě vztahů pro dva rezistory
- Viz Přílohu I – část 2.5 – typickou úlohu 1

### 3.3.7 Překlad (transformace)

*Transformaci* bychom mohli nejjednodušším způsobem vysvětlit jako přeměnu existující struktury na modifikovanou, pro žáka novou strukturu.

Transformací rozumíme například přechod od matematického vyjádření k vyjádření slovnímu a naopak. Grafické znázornění závislosti na základě tabulky hodnot je dalším uplatněním transformace, přičemž je třeba zmínit, že se při tom realizuje i analytické, případně syntetické myšlení. Dále se můžeme setkat i s přetvořením jedné grafické závislosti na jinou grafickou závislost, například s nahrazením závislosti velikosti rychlosti hmotného bodu na čase časovou závislostí dráhy.

Tab. 9: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *překlad*

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Bartuška I	15	2
	16	3
	37	32
Bartuška II	84	101 c)
Mechanika	113	3
Kmit. a vln.	19	6
Žák	18	A 2.3
	18	A 2.4
	95	A 3.2
	101	A 3.8
	105	A 3.14 a)
	115	B 3.8

### 3.3.8 Výklad (interpretace), vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění apod.

*Výklad, vysvětlení a zdůvodnění* jsou pojmy, jejichž význam je všeobecně známý, proto se jimi nebudeme podrobně zabývat a uvedeme jen několik příkladů fyzikálních úloh na operace tohoto typu. Může se jednat například o úlohy, které od žáka vyžadují:

- formulaci daného poznatku vlastními slovy
- vysvětlení jevů a procesů nebo objasnění, za jakých podmínek jev nastává
- objasnění smyslu využívání určitých zařízení a přístrojů
- zdůvodnění použití určitého postupu při měření, výpočtu apod.

Tab. 10: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *výklad, vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění apod.*

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Bartuška IV	135	115
	156	136 a)
STR	30	2
Molek. a term.	64	2
	110	1
Kmit. a vln.	43	1
Optika	43	1
	117	1
Lepil	30	114
	34	151

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Lepil	43	213
	66	354

### 3.3.9 Vyvozování (indukce)

*Indukce* je poznávací operace, při které z dílčích známých poznatků vytváříme hypotézy a vyvozujeme obecné závěry (Klimeš, 2005). Indukce velmi úzce souvisí s operací *syntéza* (viz 3.3.2). I když mezi nimi neexistuje ostrá hranice, v této práci považujeme za hlavní rozdíl mezi těmito operacemi to, že syntéza patří k jednodušším a indukce k složitějším myšlenkovým operacím. Na rozdíl od syntézy, kdy se jednalo např. o úlohy vyžadující například sestavování obvodu (nového celku) z dílčích prvků, indukce souvisí spíše s teoretickým vyvozováním, kdy z jednotlivých poznatků dostáváme obecně platné zákony, závislosti apod. S jednoduššími syntetickými úlohami se setkáváme již na základní škole; indukce se nejčastěji objevuje až na středních školách. Řešení úlohy induktivním způsobem může vyžadovat tvořivou činnost a pečlivé naplánování dalších kroků.

Typické učební úlohy na indukci jsou například takové, kdy je za úkol z výčtu určitých naměřených hodnot fyzikálních veličin stanovit obecnou závislost mezi těmito veličinami. Například se může jednat o úlohu, kdy musí žák z naměřených hodnot proudu a napětí stanovit závislost mezi nimi.

Při indukci dochází k rozvoji úrovně *syntéza* i *aplikace* Bloomovy taxonomie.

Tab. 11: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *vyvozování (indukce)*

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Žák	221	C 1
	225	C 24
Bartuška IV	158	138

### 3.3.10 Odvozování (dedukce)

V logice se pojem *dedukce* chápe jako „úsudek, v němž nová myšlenka logicky vyplývá z jistých tezí, vystupujících v roli obecného pravidla pro všechny jevy dané třídy“ (Klimeš, 2005, s. 103). V této práci pojmem dedukce rozumíme

poznávací operaci, kdy z obecně platného tvrzení odvozujeme závěry, důsledky pro speciální případy. Je to vlastně obrácený postup k indukci.

Příkladem může být úloha, kdy žák z obecného fyzikálního zákona odvodí vztahy platné za určitých speciálních podmínek. Dále se můžeme setkat s úkolem, který vyžaduje odvození vztahu pro novou fyzikální veličinu užitím známých vztahů.

Tab. 12: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *odvozování (dedukce)*

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Mechanika	218	př. 1
	219	př. 2
	232	př. 2
Žák	224	C 17
	225	C 22

### 3.3.11 Dokazování, ověřování (verifikace)

*Verifikací* rozumíme formálně správný postup (postup vycházející již z dokázaných tvrzení), jehož cílem je ověření platnosti určité hypotézy. Jak je známo, v matematice a fyzice mají důkazy významné postavení a je velmi důležité, aby s nimi byli žáci seznámeni již na střední škole. Úlohou důkazu je totiž nejen formální a objektivní potvrzení hypotetického sdělení, ale většinou se pomocí důkazů prohlubuje pochopení probírané látky. Slouží i k snadnějšímu zapamatování daného výroku, protože žák na základě jeho odvození nebo dokázání pochopí, proč platí, proč něco funguje atd. Učební úlohy na dokazování snadno rozpoznáme, většinou totiž jejich zadání začíná slovy: „Dokažte, že platí...“, „Ověřte správnost následujícího vztahu...“.

Tab. 13: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *dokazování, ověřování (verifikace)*

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Bartuška IV	55	42
Kmit. a vln.	22	4
STR	47	5
Astrofyzika	87	5
Lepil	45	221
Optika	124	4

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Optika	171	3
Žák	225	C 21

### 3.3.12 Hodnocení

Neméně důležité postavení ve výuce má rozvoj žákova *hodnocení* (například metod, postupů, technik aj.). *Hodnocení* je přímo jednou z úrovní Bloomovy taxonomie. Pomocí něj se žák učí na základě logických argumentů obhajovat svůj názor. Fyzika může přispět k rozvoji kritického myšlení, kdy si žák uvědomuje výhody a nevýhody přístrojů, které například využívá při experimentu, vyhodnocuje přesnost měření, zamýšlí se nad faktory, které ho ovlivňují atd. Hodnocení se určitým způsobem uplatňuje při řešení většiny problémů, kdy na ně žák nahlíží z různých stran, hledá nejefektivnější postup, případně další možná řešení. Je důležité zmínit se i o tom, že rozvoj hodnocení, kritického myšlení, odhadování důsledků aj. přispívají i k rozvoji klíčových kompetencí (např. *kompetence k řešení problémů*), které jsou uvedeny v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (podrobněji viz RVP G, 2007, s. 8).

Tab. 14: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *hodnocení*

Zdroj	Strana	Číslo úlohy
Bartuška I	25	15
Bartuška II	115	136
Bartuška III	46	45
Žák	13	A 1.6
	16	A 1.9
	70	B 4.4

## 4 Tvorba podpůrného materiálu pro učitele středních škol

*„Je totiž zcela přirozené, že ten, kdo se nese nebo veze, nedává pozor na cestu, kdežto ten, kdo má sám jít, rozhlíží se, tu aby neupadl, tu aby nezbloudil.“*

*(J. A. Komenský)*

Za hlavní cíl této diplomové práce považuji vytvoření podpůrného materiálu pro učitele fyziky středních škol. Tento materiál (viz Přílohu I) by měl být pro učitele průvodcem při rozpoznávání a případném vytváření učebních úloh z fyziky, které se zaměřují na rozvoj různých poznávacích operací. Vytvoření tohoto průvodce vyžadovalo jednak promyšlení jeho struktury, jednak výběr takových fyzikálních úloh, které by co nejlépe reprezentovaly jednotlivé poznávací operace. V této kapitole jsou podrobně popsány hlavní důvody, proč byl zmíněný materiál vytvořen. Dále je zde popsán proces jeho tvorby a způsob, jakým se při výběru fyzikálních úloh postupovalo.

### 4.1 Důvody vytvoření podpůrného materiálu a jeho cíle

Impulzem k vytvoření podpůrného materiálu bylo několik důvodů, které uvádíme v následujících odstavcích.

Jsem toho názoru, že jednou z hlavních náplní edukačního procesu je výchova takové budoucí generace, která je připravená a schopná samostatně, aktivně a odpovědně řešit neočekávané problémy. Na základě vlastní zkušenosti uvádím, že jsem se v posledních letech na některých středních školách setkala s takovým výběrem učebních úloh, který byl často realizován se zaměřením na fyzikální obsah probírané látky, ale na rozvoj kognitivních operací (viz kapitolu 3) se nepřihlíželo. To bylo pro mě, po absolvování základních kurzů pedagogiky a psychologie na vysoké škole, nemilé zjištění. Je sice pravdou, že je pro žáka cenný i samotný fyzikální obsah, je nepochybně základem a „odrazovým můstkem“ k dalšímu osvojování vědomostí a dovedností, nebylo by však správné zapomínat na rozvoj různých poznávacích operací. Nemělo by být jednou z hlavních činností učitele naučit žáky aplikovat získané vědomosti v nových situacích? Vždyť i reálný svět

s sebou přináší neznámé situace, kdy musí člověk pohotově jednat a samostatně se rozhodovat. Za velice zajímavou můžeme považovat myšlenku Kubínové (2002, s. 5), která je přesvědčená, že „žáci žijí v současnosti ve „dvou světech“, ve světě školy a v praktickém životě, jejichž průnik je ale v mnohých případech minimální“. M. Kubínová touto větou zřejmě vystihla současnou situaci na nejedné škole. Na druhé straně si musíme uvědomit, že příprava žáka k řešení neznámých, problémových situací není jednoduchý úkol. Částečně k tomu však může dopomoci volba takových úkolových situací, které se primárně nezaměřují například jen na úroveň *znalost* Bloomovy taxonomie (viz 2.2), ale i na úroveň vyšší, např. *aplikaci*.

Kdybychom se podívali do Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (viz RVP G, 2007, s. 8), dočetli bychom se, že jako jeden z hlavních cílů vzdělávání se zde uvádí ...vybavit žáky klíčovými kompetencemi..., mezi které patří nejen vědomosti, ale i dovednosti, postoje a hodnoty. Vhodně zvolené učební úlohy mohou rozvíjet většinu z těchto klíčových kompetencí, proto považujeme jejich promyšlené zařazování do výuky za nezbytné. K tomu, abychom mohli uskutečňovat kvalitní edukační proces a učinit vždy smysluplné a opodstatněné kroky, slouží předem vymezené výukové cíle. Každý krok učitele i volba úkolových situací by měly být podřízeny předem stanoveným výukovým cílům. K jejich plnění a kontrole můžou být učiteli nápomocné vhodně zvolené učební úlohy. Jak už bylo zmíněno dříve (viz 1.1), odborníci se shodují, že jednou se základních charakteristik učebních úloh je činnost žáka v procesu jejich řešení. Proto jsme toho názoru, že jejich výběr by měl být uskutečňován nejen na základě probíraného fyzikálního tématu, ale hlavně by to měl být proces, kdy učitel ví, jakou poznávací operaci úloha může rozvíjet. V opačném případě by se bohužel mohlo stát, že se bude učitel soustřeďovat jen na úlohy, které se týkají jednodušších poznávacích operací. Dále je možné i to, že učitelé o důležitosti rozvoje různých operací vědí, ale při mnoha povinnostech nemají čas věnovat se analýze fyzikálních úloh. Rozvoj složitějších poznávacích operací je nepochybně nelehká úloha nejen pro učitele, ale i jejich žáky. O tom svědčí například výsledky celosvětových testování TIMSS a PISA, na základě kterých bylo zjištěno, že „silnou stránkou českých žáků středních škol jsou faktické znalosti, ale vytváření hypotéz, experimentování, dokazování závěrů atd. jim dělá problémy“ (Dvořák et al., 2008, s. 84).

Z výše zmíněných důvodů jsme usoudili, že by mohlo být přínosné vytvořit stručného „průvodce“, který by obsahoval charakteristiku vybraných jedenácti poznávacích operací (viz 3.3) a typické úlohy ke každé z nich. Naším záměrem je nabídnout učitelům fyziky kromě obsahového hlediska i další pohled na výběr učebních úloh, a sice na základě poznávacích operací, které daná úloha může rozvíjet. Cílem materiálu je obeznámit učitele s některými jednoduššími i složitějšími poznávacími operacemi se zaměřením na fyziku. Charakteristika jednotlivých poznávacích operací je zde uvedena s cílem ozřejmit, jak rozpoznat, případně i vytvořit další úlohy zaměřené na dané operace. Tomu můžou do značné míry pomoci i stručné komentáře, které jsou uvedeny v textu každé z jednotlivých úloh (viz Přílohu I).

## 4.2 Postup při výběru fyzikálních úloh k rozvoji různých poznávacích operací

Jak už bylo řečeno (viz 3.2), základem pro náš výběr učebních úloh se stala taxonomie D. Tollingerové. Ta obsahuje pět kategorií učebních úloh, které navazují na Bloomovu taxonomii poznávacích cílů (viz 2.2). Každá hlavní kategorie obsahuje několik typů učebních úloh, které se týkají různých poznávacích operací. Celkem jich je dvacet šest, avšak z hlediska této práce by nebylo možné podrobně se věnovat všem úrovním. Jako první bylo tedy nutné zvolit konkrétní poznávací operace, na které se naše práce bude zaměřovat. Z důvodů uvedených v části 3.2 jsme zvolili následujících jedenáct poznávacích operací:

- *rozbor a skladba*
- *porovnávání*
- *třídění*
- *zjišťování vztahu mezi fakty*
- *abstrakce, konkretizace*  
*a zobecňování*
- *transformace*
- *výklad*
- *indukce*
- *dedukce*
- *dokazování*
- *hodnocení*

Dále bylo potřeba zvážit výběr fyzikálních sbírek, resp. učebnic, ze kterých budou vybírány učební úlohy. Nakonec byly zvoleny zejména následující sbírky: *Sbírka řešených úloh z fyziky* (Bartuška, 1997a; Bartuška, 1997b; Bartuška, 1998;



Bartuška, 2000) a *Fyzikální úlohy pro střední školy* (Žák, 2011), protože obsahují velké množství úloh zaměřených na různé poznávací operace, které jsou navíc uvedeny s celým postupem řešení. Dále byly některé úlohy vybírány i ze stávajících učebnic pro gymnázia (viz Seznam fyzikálních sbírek a učebnic). Tyto zdroje byly zvoleny především z toho důvodu, že jsou dostupné i učitelům středních škol. Domníváme se, že bychom jim touto cestou mohli značně ulehčit práci při dalším hledání a výběru fyzikálních úloh zaměřených na rozvoj poznávacích operací, protože jsou jim tyto zdroje ve většině případů důvěrně známé. Sbírky a učebnice byly analyzovány systematicky. Celkem bylo vybráno přes sto čtyřicet úloh, které by mohly reprezentovat vždy jednu z uvedených poznávacích operací<sup>9</sup>.

Záměrem bylo, aby výběr těchto učebních úloh a jejich přiřazení k určité hlavní poznávací operaci byl posouzen kromě autorky této diplomové práce a jejího vedoucího ještě dalším nezávislým odborníkem. To z toho důvodu, že v některých případech může být toto přiřazení diskutabilní, do jisté míry ovlivněné subjektivním pohledem. Proto byly do diplomové práce a podpůrného materiálu pro učitele (viz část 3.3 a Přílohu I) zařazeny jen ty úlohy, u kterých se všechny tři posudky shodují. Po posouzení učebních úloh vedoucím práce se jejich počet zredukoval na sto dvacet čtyři a po expertním šetření prof. E. Svobody bylo vyloučeno ještě deset úloh. Kromě vynechání deseti učebních úloh byly u devatenácti úloh uvedeny drobné připomínky, které jsme následně vzali v úvahu. Celkem jsme se tedy všichni tři shodli na sto čtrnácti fyzikálních úlohách z celkového počtu sto čtyřicet pět, což činí přibližně 79 %. Z těchto úloh byla většina uvedena i u charakteristik poznávacích operací v části 3.3 v Tab. 4 až Tab. 14. Do materiálu určeného pro učitele středních škol bylo zařazeno celkem dvacet dva fyzikálních úloh (ke každé operaci dvě). Z toho devatenáct úloh bylo do materiálu naskenováno přímo z uvedených sbírek (sedmnáct s řešením a dvě neřešené). Všechny naskenované fyzikální úlohy použité v materiálu pochází ze zdrojů vydaných nakladatelstvím Prometheus, kterému vděčíme za oficiální souhlas k jejich publikování v této podobě na webu (viz Přílohu III). Podpůrný materiál pro učitele bude uveřejněn na stránkách Katedry didaktiky fyziky (dostupné z <http://www.kdf.mff.cz>) a na portálu FyzWeb.

---

<sup>9</sup> Obecně se některé úlohy nezaměřují jen na jednu jedinou poznávací operaci, ale rozvíjí více operací. V této práci jsme se snažili vybírat takové úlohy, které jsou typické pro jednu operaci, resp. je zřejmé, která operace sehrává při řešení úlohy hlavní roli.

### 4.3 Charakteristika materiálu pro učitele fyziky

V rámci této diplomové práce byl vytvořen podpůrný materiál pro učitele středních škol. V úvodu materiálu (viz Přílohu I – Úvod) uvádíme několik důvodů k vytvoření předloženého průvodce, jeho cíl a stručný popis jeho částí. Hlavní část tohoto materiálu (viz Přílohu I – část 2) obsahuje stručnou charakteristiku jedenácti poznávacích operací taxonomie D. Tollingerové. Všechny charakteristiky operací v materiálu byly vytvořeny zjednodušením charakteristik uvedených v části 3.3 této diplomové práce. Kvůli přehlednosti jsme se snažili materiál uspořádat tak, aby byly každé operaci věnovány právě dvě strany, což se nám vyjma dvou podařilo. Ve všech případech je na první straně obecný popis dané operace a jednodušší učební úloha reprezentující danou poznávací operaci. Na druhé straně se nachází složitější úloha typická pro danou operaci. Devatenáct úloh bylo naskenováno ze stávajících sbírek a učebnic fyziky a díky souhlasu nakladatelství Prometheus (viz Přílohu III) mohou být takto publikovány. Kromě těchto úloh se zde nachází jedna úloha z elektronické sbírky dostupné na webu (<http://www.fyzikalniulohy.cz>). Ne všechny zvolené úlohy byly ve sbírkách uvedeny s postupem řešení, proto bylo potřeba k některým úlohám řešení doplnit. Do textu každé fyzikální úlohy byly uvedeny komentáře k základním znakům jednotlivých operací. Tyto znaky a jejich vysvětlení zde uvádíme s cílem ozřejmit, jak rozpoznat, případně i vytvořit další úlohy zaměřené na dané operace. Fyzikální úlohy zde uvedené prošly expertním šetřením (viz 4.2).

## Závěr

Jedním z hlavních cílů předložené diplomové práce bylo studium teorie učebních úloh. Na základě odborné literatury jsme zjistili, co pod pojmem *učební úloha* rozumí různí autoři, v čem se jejich vymezení shodují a v čem se liší (viz část 1.1). Dále jsme se zabývali základními *parametry, funkcemi* a *významem* učebních úloh z obecného hlediska, ale i se zaměřením na fyziku. To všechno můžeme nalézt v dalších částech první kapitoly.

Kromě řazení učebních úloh podle fyzikálního obsahu probírané látky se může jejich výběr do výuky uskutečnit i podle *poznávacích operací*, které mohou dané úlohy rozvíjet. Jsme toho názoru, že každý učitel by měl na fyzikální úlohy nahlížet i z tohoto hlediska. Myslíme si totiž, že kromě předávání informací daného oboru (fyziky) je jedním z hlavních cílů vzdělávání naučit žáky s osvojenými poznatky dále pracovat a využívat je k řešení nových problémů. K tomu můžou sloužit právě učební úlohy vztahující se k různým poznávacím operacím. Jednou z českých autorek, které se zabývaly studiem učebních úloh, byla D. Tollingerová. Ta roztříдила učební úlohy do několika kategorií podle poznávacích operací, které dané úlohy můžou rozvíjet (viz 2.2.2). Z této taxonomie jsme zvolili jedenáct typů učebních úloh (viz 3.2), které se staly základem pro naši další práci. Jedná se o učební úlohy, které slouží k rozvoji jednodušších i složitějších myšlenkových operací.

Po prostudování odborné literatury bylo zjištěno, že se ani jeden z autorů námi prostudovaných publikací (viz Seznam použité literatury) nezabýval charakteristikami samotných poznávacích operací. Dalším cílem bylo tedy zvolených jedenáct poznávacích operací charakterizovat (charakteristiky zvolených operací viz 3.3). Kromě toho bylo dalším cílem ze stávajících fyzikálních sbírek a učebnic (viz Seznam fyzikálních sbírek a učebnic) vybrat takové úlohy, které reprezentují zvolené poznávací operace. Bylo vybráno přes sto čtyřicet učebních úloh. Tyto úlohy byly dále posouzeny nezávislým odborníkem a přibližně u 80 % úloh z původního počtu se posudky autorky diplomové práce – A. Kürtiové, vedoucího práce – RNDr. V. Žáka, Ph.D. a prof. RNDr. E. Svobody, CSc. shodovaly. V části 3.3 je kromě charakteristik zvolených poznávacích operací uvedeno i několik odkazů na typické úlohy k jednotlivým poznávacím operacím (viz Tab. 4 až Tab. 14). Všechny fyzikální úlohy zde uvedené prošly expertním šetřením.

Při analýze fyzikálních sbírek a učebnic bylo zjištěno, že některé z nich obsahují množství tzv. *rutinních úloh*. Globálně bychom mohli říct, že tento typ úloh zastupoval největší procento z celkového počtu analyzovaných úloh. To je pochopitelné, protože tyto úlohy slouží hlavně k opakování a procvičování naučených vztahů, zákonů atd. Na druhé straně si myslíme, že jsou tyto úlohy v některých případech ve výuce využívány v příliš velké míře a neměly by nahrazovat úlohy, které slouží k rozvoji dalších poznávacích operací druhé a třetí kategorie taxonomie D. Tollingerové. Zatímco úloh zaměřených na *porovnávání, třídění a analyticko-syntetických* úloh se ve sbírkách objevuje hodně, výskyt například úloh vyžadujících *indukci* je skutečně minimální. Značné množství úloh ve sbírkách vyžaduje *transformaci* nebo *zjišťování vztahu mezi fakty*, jejichž použití ve výuce je pro správné pochopení podstaty fyzikálních jevů velmi přínosné. Úlohy vyžadující *výklad, vysvětlení smyslu nebo významu* se v námi prostudovaných publikacích vyskytují hlavně v učebnicích pro gymnázia. Překvapivé pro nás bylo to, že se v některých sbírkách a učebnicích můžeme setkat s nezanedbatelným množstvím *důkazových* úloh, avšak je otázkou, v jaké míře je do své výuky učitelé zařazují. Za zmínku dále stojí, že jsme přišli do styku i s publikacemi, které neobsahují téměř žádné úlohy vyžadující *hodnocení*, což bylo pro nás nemilé zjištění. Tento typ úloh může totiž rozvíjet například žákovo kritické myšlení, předvídání následků, posuzování efektivity postupů aj.

Při analýze učebních úloh bylo dále zjištěno, že v některých případech je velmi těžké rozhodnout, která ze zvolených poznávacích operací při řešení úlohy dominuje. Například v úlohách vyžadujících *transformaci* je skoro vždy potřeba uplatnit i analyticko-syntetickou strategii. Dále učební úlohy, které se týkají *porovnání a rozlišování*, se v některých případech překrývají s úlohami na *třídění*. Je nutno zmínit i následující pozorování: Někdy je velmi náročné odlišit od sebe úlohy vyžadující *syntézu a indukci* a také úlohy vyžadující *analýzu a dedukci*. Tyto dvojice poznávacích operací totiž spolu velmi úzce souvisí a neexistuje mezi nimi ostrá hranice. Problematické bylo také rozpoznání fyzikálních úloh vyžadujících *abstrakci a konkretizaci*. Dle našeho názoru mohlo být hlavním důvodem široké spektrum možných zadání daných učebních úloh. Obecně nejjednodušší je zřejmě rozpoznat *důkazovou* úlohu kvůli malé variabilitě způsobu zadání.

V rozsahu této diplomové práce nebylo možné věnovat se všem kategoriím učebních úloh taxonomie D. Tollingerové. Tuto práci by bylo možné v budoucnosti

rozšířit o analýzu učebních úloh vztahujících se k rozvoji dalších operací, kterými se tato práce nezabývala. Eventuálně by bylo v této souvislosti možné věnovat se například otázce, jakými typy úloh jsou žáci ve výuce nejčastěji konfrontováni nebo které typy úloh jim dělají největší potíže apod.

Hlavním cílem této práce bylo vypracování podpůrného materiálu pro učitele fyziky středních škol, který obsahuje vysvětlení jedenácti zvolených poznávacích operací a ukázky typických úloh vztahujících se k vybraným operacím. Kromě toho se v tomto materiálu (viz Přílohu I) u každé úlohy nachází několik stručných komentářů ke znakům, na základě kterých můžeme danou operaci v úloze rozpoznat. Naším záměrem je nabídnout učitelům fyziky kromě obsahového hlediska i další pohled na výběr učebních úloh, a sice na základě poznávacích operací, které daná úloha může rozvíjet. Cílem materiálu je ozřejmit, jak rozpoznat, případně i vytvořit další úlohy zaměřené na dané operace. Podpůrný materiál pro učitele bude uveřejněn na stránkách Katedry didaktiky fyziky (dostupné z <http://www.kdf.mff.cz>) a na portálu FyzWeb. Doufáme, že tento materiál bude pro učitele fyziky užitečný.

Vypracování předložené diplomové práce pro mě znamenalo mnoho. Na jedné straně mi její psaní připomínalo, že těch neuvěřitelných osmnáct let strávených „ve školních lavicích“ se pomalu blíží ke konci. Na druhé straně to znamená i nový začátek. Okamžik, kdy poprvé předstoupím před své žáky, okamžik, na který jsem tak dlouho čekala. Avšak nyní, když je můj cíl už na dosah, honí se mi hlavou mnoho otázek... Jak co nejlépe vykonávat svoji pedagogickou činnost? Jak zabezpečit co nejkvalitnější výuku? Jak naučit své žáky samostatně a kriticky myslet, aplikovat osvojené vědomosti v dalších situacích, vyslovovat hypotézy a přesvědčovat se o jejich správnosti? Myslím si, že jedním ze způsobů, který by mi mohl pomoci k naplnění některých vytyčených cílů, může být i vhodně zvolená fyzikální úloha. I z tohoto důvodu je pro mě tato diplomová práce osobním přínosem. Na jedné straně jsem se mnoho dozvěděla o učebních úlohách a poznávacích operacích. Na druhé straně jsem se naučila tyto operace ve většině případů ze zadání nebo řešení úlohy rozpoznat. Kromě toho jsem při analýze různých fyzikálních sbírek narazila na množství zajímavých úloh, které sama ve vyučovacích hodinách využiji. Nyní bych tuto diplomovou práci ráda ukončila slovy J. W. Goetha:

*„Nestačí vědět, vědění se musí použít.“*

## Seznam použité literatury

- Atkinson, R. L. et al. (2003). *Psychologie*. Praha: Portál.
- Dittrich, P. (1992). *Pedagogicko-psychologická diagnostika*. Jinočany: H&H.
- Dvořák, L. et al. (2008). *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?* Praha: Matfyzpress.
- Farková, M. (2002). *Úvod do psychologie*. Praha: VŠ J. A. Komenského.
- Helus, Z. (2011). *Úvod do psychologie*. Praha: Grada.
- Helus, Z., Hrabal, V., Kulič, V., & Mareš, J. (1979). *Psychologie školní úspěšnosti žáků*. Praha: SPN.
- Holoušová, D. (1986). Teorie učebních úloh D. Tollingerové. Její přínos a význam pro rozvoj marxistické pedagogiky a psychologie (1970–1980). In D. Tollingerová et al., *K teorii učebních činností* (pp. 195–206). Praha: SPN.
- Horák, F. et al. (1994). *Kapitoly z obecné didaktiky. (Projektování a realizace výuky)*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Hrabal, V. (1989). *Pedagogickopsychologická diagnostika žáka*. Praha: SPN.
- Hrabal, V., Man, F., & Pavelková, I. (1984). *Psychologické otázky motivace ve škole*. Praha: SPN.
- Hrabal, V., & Pavelková, I. (2010). *Jaký jsem učitel*. Praha: Portál.
- Chráska, M. (1988). *Metody pedagogické diagnostiky*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kalhous, Z., & Obst, O. (2002). *Školní didaktika*. Praha: Portál.
- Klimeš, L. (2005). *Slovník cizích slov*. Praha: SPN.
- Komenský, J. A. (1946). *Didaktika analytická*. Praha: Samcovo knihkupectví.
- Kratochvíl, M. (2006). *Jean Piaget – filozof a psycholog: uvedení do genetické epistemologie*. Praha: Triton.
- Krykorková, H. (2011a). *Inventář znaků rozvojetvorného učení – Otázka*. Metodický portál inspirace a zkušenosti učitelů. Dostupné z <http://clanky.rvp.cz>
- Krykorková, H. (2011b). *Model rozvojetvorného školního učení – Diagnostika úkolové situace před jejím zadáním*. Metodický portál inspirace a zkušenosti učitelů. Dostupné z <http://clanky.rvp.cz>
- Krykorková, H., & Chvál, M. (2007). Pedagogicko-psychologická diagnostika a očekávané proměny jejího pojetí. In A. Vališová, H. Kasíková, et al., *Pedagogika pro učitele* (pp. 299–317). Praha: Grada.

- Kubíková, K. (2012). *Vztahové normy učitelů a výkonová motivace žáků* (Dizertační práce). Praha: UK.
- Kubínová, M. (2002). *Projekty ve vyučování matematice, cesta k tvořivosti a samostatnosti: kapitoly z didaktiky matematiky*. Praha: Pedagogická fakulta UK.
- Maňák, J., & Janík, T. (2009). Cíle výchovy a vzdělávání. In J. Průcha (Ed.), *Pedagogická encyklopedie* (pp. 132–137). Praha: Portál.
- Mareš, J., & Křivohlavý, J. (1995). *Komunikace ve škole*. Brno: MU.  
*Myšlení, myšlenkové operace a řešení problémů*.  
Dostupné z <http://www.studium-psychologie.cz>
- Níkl, J. (1997). *Metody projektování učebních úloh*. Hradec Králové: Gaudeamus.
- Opatíková, J., & Brukker, G. (2006). *Velký slovník cudzích slov*. Bratislava: Robinson.
- Pauknerová, D. (2012). *Psychologie pro ekonomy a manažery*. Praha: Grada.
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2001). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál.
- Sternberg, R. J. (2002). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál.
- Svoboda, E., & Kolářová, R. (2006). *Didaktika fyziky základní a střední školy – vybrané kapitoly*. Praha: Karolinum.
- Šimoník, O. (2003). *Úvod do školní didaktiky*. Brno: MSD.
- Švancar, R., Husník, P., & Doubrava, L. (2003). Je česká škola encyklopedická?  
*Učitelské noviny, 2003(1)*. Dostupné z <http://www.ucitelskenoviny.cz>
- Švec, V., Filová, H., & Šimoník, O. (1996). *Praktikum didaktických dovedností*. Brno: MU.
- Tollingerová, D. et al. (1986). *K teorii učebních činností*. Praha: SPN.
- Tollingerová, D., Kulič, V., & Kněžů, V. (1966). *Programované učení*. Praha: SPN.
- Vaculová, I., Janík, T., & Trna, J. (2008). Učební úlohy ve výuce fyziky na 2. stupni ZŠ. *Pedagogická orientace, 2008(4)*.
- VÚP (2007). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: VÚP. Dostupné z <http://www.msmt.cz>

## Seznam fyzikálních sbírek a učebnic<sup>10</sup>

- Bartuška, K. (1997a). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I*. Praha: Prometheus.
- Bartuška, K. (1997b). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy II*. Praha: Prometheus.
- Bartuška, K. (1998). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy III*. Praha: Prometheus.
- Bartuška, K. (2000). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy IV*. Praha: Prometheus.
- Bartuška, K. (2001). *Fyzika pro gymnázia – Speciální teorie relativity*. Praha: Prometheus.
- Bartuška, K., & Svoboda, E. (2000). *Fyzika pro gymnázia – Molekulová fyzika a termika*. Praha: Prometheus.
- Bednařík, M., & Šíroková, M. (2000). *Fyzika pro gymnázia – Mechanika*. Praha: Prometheus.
- Lepil, O. (2001). *Fyzika pro gymnázia – Mechanické kmitání a vlnění*. Praha: Prometheus.
- Lepil, O. (2002). *Fyzika pro gymnázia – Optika*. Praha: Prometheus.
- Lepil, O. et al. (1995). *Fyzika – Sbírka úloh pro střední školy*. Praha: Prometheus.
- Lepil, O., & Šedivý, P. (2000). *Fyzika pro gymnázia – Elektřina a magnetismus*. Praha: Prometheus.
- Macháček, M. (2004). *Fyzika pro gymnázia – Astrofyzika*. Praha: Prometheus.
- Nahodil, J. (2011). *Sbírka úloh z fyziky kolem nás*. Praha: Prometheus.
- Sbírka řešených úloh z fyziky*. Dostupné z <http://www.fyzikalniulohy.cz>
- Štoll, I. (2002). *Fyzika pro gymnázia – Fyzika mikrosvěta*. Praha: Prometheus.
- Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus.

---

<sup>10</sup> Kvůli přehlednosti uvádíme použité fyzikální sbírky a učebnice v odděleném seznamu.



## Seznam tabulek

- Tab. 1: Bloomova taxonomie poznávacích cílů – s. 17
- Tab. 2: Seznam názvů fyzikálních sbírek a jejich zkratky použité v dalším textu – s. 29
- Tab. 3: Seznam názvů fyzikálních učebnic a jejich zkratky použité v dalším textu – s. 29
- Tab. 4: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *rozbor a skladba (analýza a syntéza)* – s. 30
- Tab. 5: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *porovnávání a rozlišování* – s. 31
- Tab. 6: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *třídění* – s. 32
- Tab. 7: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *zjišťování vztahu mezi fakty* – s. 33
- Tab. 8: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *abstrakce, konkretizace a zobecňování* – s. 34
- Tab. 9: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *překlad* – s. 35
- Tab. 10: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *výklad, vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění apod.* – s. 35
- Tab. 11: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *vyvozování (indukce)* – s. 36
- Tab. 12: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *odvozování (dedukce)* – s. 37
- Tab. 13: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *dokazování, ověřování (verifikace)* – s. 37
- Tab. 14: Odkazy na typické úlohy vztahující se k poznávací operaci *hodnocení* – s. 38

## Seznam příloh

Příloha I: Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací  
(materiál pro učitele)

Příloha II: Pedagogicko-psychologická diagnostika – velmi stručně

Příloha III: Souhlas nakladatelství Prometheus s publikováním učebních úloh

## **Příloha I**

### **Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací (materiál pro učitele)**

---

## Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>[2]</b>
<b>2 Charakteristika poznávacích operací a typické učební úlohy .....</b>	<b>[4]</b>
2.1 Rozbor a skladba (analýza a syntéza) .....	[4]
2.2 Porovnávání a rozlišování (komparace a diskriminace) .....	[6]
2.3 Třídění (kategorizace, klasifikace).....	[8]
2.4 Zjišťování vztahu mezi fakty .....	[9]
2.5 Abstrakce, konkretizace a zobecňování .....	[11]
2.6 Překlad (transformace).....	[13]
2.7 Výklad (interpretace), vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění apod.....	[15]
2.8 Vyvozování (indukce).....	[17]
2.9 Odvozování (dedukce) .....	[19]
2.10 Dokazování, ověřování (verifikace).....	[21]
2.11 Hodnocení .....	[22]
<b>Použitá literatura .....</b>	<b>[24]</b>

# 1 Úvod

Vážené kolegyně, vážení kolegové,

žijeme v době, kdy kantor už dávno není pro žáky hlavním zdrojem informací, jak tomu zřejmě bývalo v dřívějších dobách. I to by mohlo být důvodem, proč je dnes mnohem těžší motivovat žáky, usměrnit jejich činnost a podnítit jejich aktivitu. Jak s námi asi budete souhlasit, je příprava budoucí generace lidí k řešení neočekávaných problémů neodmyslitelnou součástí edukačního procesu. Jsme toho názoru, že k tomu, aby byl žák schopen aplikovat získané vědomosti v nejrůznějších situacích, můžou mu ve velké míře posloužit přírodní vědy, mezi nimiž má důležité postavení fyzika.

Když se řekne slovo fyzika, pravděpodobně se leckomu pod tímto pojmem kromě jiného vybaví i počítání příkladů, čemuž se nemůžeme divit, protože k tomu, abychom mohli žáky naučit samostatně myslet a pracovat s informacemi, ve velké míře přispívají právě vhodně zvolené učební úlohy. Výběr fyzikálních úloh se často uskutečňuje na základě jejich obsahu, který odpovídá probíranému fyzikálnímu tématu, avšak tento materiál<sup>1</sup> nabízí učitelům fyziky jiný pohled na výběr učebních úloh, a sice na základě poznávacích operací, které daná úloha může rozvíjet. Je sice pravdou, že pro žáka je cenný i samotný fyzikální obsah, který je nepochybně základem a „odrazovým můstkem“ k dalšímu osvojování vědomostí a dovedností, nebylo by však správné zapomínat na rozvoj různých poznávacích operací, jako je například dedukce, ověřování, hodnocení aj. To je nepochybně nelehká úloha nejen pro učitele, ale i jejich žáky, o čemž svědčí například výsledky celosvětových šetření TIMSS a PISA, na základě kterých bylo zjištěno, že silnou stránkou českých studentů středních škol jsou faktické znalosti, ale vytváření hypotéz, experimentování, dokazování závěrů atd. jim dělá problémy. Každý pedagog by proto měl mít k dispozici informace o osvojování různých poznávacích operací, aby mohl vybírat takové učební úlohy, které jsou vhodné k jejich rozvoji. Učitelé pravděpodobně nemají čas při mnoha povinnostech věnovat se podrobné analýze fyzikálních sbírek z tohoto hlediska. Právě z tohoto i výše zmíněných důvodů byl vytvořen předložený materiál, jehož hlavním cílem je pomoci při výběru učebních úloh z fyziky primárně ne podle fyzikálního obsahu, ale podle poznávacích operací, jejichž rozvoj se díky nim může realizovat.

Tento průvodce je podrobně zaměřený na jedenáct poznávacích operací taxonomie D. Tollingerové<sup>2</sup>, které náleží k druhé a třetí úrovni (*jednoduché myšlenkové operace s poznatky a složitější myšlenkové operace s poznatky*). Konkrétně se tedy tento materiál zabývá úlohami zaměřenými na:

- rozbor a skladbu (analýzu a syntézu)
- porovnávání a rozlišování (komparaci a diskriminaci)
- třídění (kategorizaci a klasifikaci)

---

<sup>1</sup>Vytvoření předloženého materiálu bylo jedním z hlavních cílů diplomové práce *Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací* dostupné z <http://www.cuni.cz> (Repozitář závěrečných prací).

<sup>2</sup>D. Tollingerová byla jednou z prvních československých autorů, kteří se zabývali teorií učebních úloh, a vypracovala hierarchickou strukturu učebních úloh, které rozdělila podle operací, jejichž realizace je nutná k vyřešení dané úlohy (podrobněji viz například Holoušová, 1986 nebo Svoboda & Koloářová, 2006).

- zjišťování vztahu mezi fakty (příčina, následek, cíl, prostředek, vliv, funkce, nástroj, způsob apod.)
- abstrakci, konkretizaci a zobecňování
- překlad (transformaci)
- výklad (interpretaci), vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění apod.
- vyvozování (indukci)
- odvozování (dedukci)
- dokazování a ověřování (verifikaci)
- hodnocení

V tomto materiálu naleznete vždy dvě typické úlohy ke každé z výše zmíněných poznávacích operací. Úlohy byly většinou vybírány ze stávajících středoškolských sbírek a učebnic fyziky, jejichž seznam je uvedený na konci tohoto materiálu v Použité literatuře. Dále se zde nachází charakteristika jednotlivých poznávacích operací s cílem ozřejmit, jak rozpoznat, případně i vytvořit další úlohy zaměřené na dané operace. Kromě toho se u každé úlohy vyskytuje komentář ke znakům, na základě kterých příslušnou operaci rozpoznáme.

Doufáme, že pro Vás bude tento materiál užitečnou pomůckou.

## 2 Charakteristika poznávacích operací a typické učební úlohy

### 2.1 Rozbor a skladba (analýza a syntéza)

#### Charakteristika

Při řešení fyzikální úlohy *analytickým způsobem* dochází k *rozboru složitějších skutečností na jednodušší*. Je důležité si uvědomit, že na rozdíl od pouhého vyjmenování částí nějakého celku, rozbohem nebo rozkladem celku rozumíme *podrobné zaměření se na jeho části*, abychom si uvědomili *souvislost mezi jednotlivými složkami*.

*Syntézou* obecně rozumíme *spojování, sjednocování*. Jedná se o spojování dvou nebo více skutečností do jednoho celku. Jeden z hlavních znaků syntézy je to, že skládáním informací *vzniká nový celek, nová kvalita, něco osobitého, co předtím ve zkušenosti žáka neexistovalo*.

V souvislosti s analýzou a syntézou se setkáváme například s fyzikálními úlohami, které od žáka vyžadují:

- prozkoumání elektrického obvodu nebo částí přístroje a pochopení souvislostí mezi nimi (analýza)
- podrobný rozbor dějů, vztahů, zákonů apod. (analýza)
- sestavení elektrického obvodu s požadovanými vlastnostmi (syntéza)

#### Typické úlohy

1. (zdroj: Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus, s. 17, úloha A 2.2.)

Na základě tab. 3 rozhodněte, ve kterých maximálních časových intervalech se může jednat o pohyb tělesa rovnoměrně zrychlený, rovnoměrně zpomalený, rovnoměrný.

Je potřeba provést analýzu tabulky, zaměřit se na její části.

$\frac{t}{s}$	0	2	4	6	8	10	12	14
$\frac{s}{m}$	0,0	1,0	4,0	9,0	15,0	21,0	27,0	27,0

Tab. 3

#### Řešení

Během prvních 2 s těleso urazilo dráhu 1 m, během prvních 4 s dráhu 4 m, během prvních 6 s dráhu 9 m. Je vidět, že dráha kvadraticky roste

Zaměřili jsme se na první část tabulky (0 až 6 s).

s časem (číselnou konstantou úměrnosti je  $\frac{1}{4}$ ). V intervalu 0 s až 6 s se tedy může jednat o pohyb rovnoměrně zrychlený. (Slovo „může“ je na místě, protože máme k dispozici jen hodnoty dráhy v určitých časových okamžicích, a nevíme tedy, co se děje mezi nimi.) Mezi časem 6 s a 8 s se dráha zvětšila o 6 m, stejně jako mezi časem 8 s a 10 s a také 10 s a 12 s. V intervalu 6 s až 12 s se tedy může jednat o pohyb rovnoměrný. Dále už se dráha nezvětšuje, a těleso je tudíž v klidu.

Zjištění.

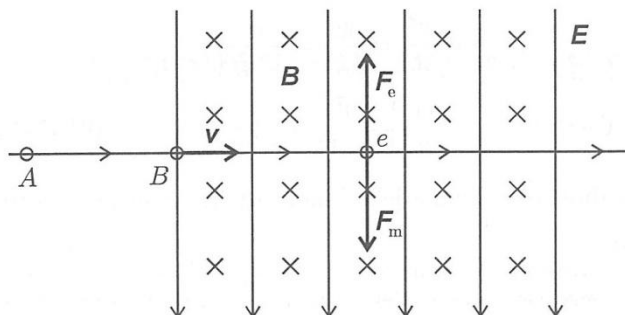
Zaměřili jsme se na další část tabulky (6 až 12 s).

Rovnoměrně zrychlený pohyb může konat těleso v intervalu 0 s až 6 s, rovnoměrně zpomalený pohyb zřejmě nekoná a rovnoměrně se může pohybovat v intervalu 6 s až 12 s.

Atd.

2. (zdroj: Bartuška, K. (1998). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy III*. Praha: Prometheus, s. 150, úloha 153.)

Elektron urychlený v elektrickém poli mezi dvěma body  $A$  a  $B$ , mezi kterými je napětí  $1\,000\text{ V}$ , vlétl do prostoru, ve kterém je vytvořeno homogenní



Obr. 71

elektrické a magnetické pole s navzájem kolnými vektory  $\mathbf{E}$  a  $\mathbf{B}$  (obr. 71). Velikost intenzity elektrického pole je  $1,9 \cdot 10^7\text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ , velikost magnetické indukce je  $1\text{ T}$ . Rychlost elektronu  $\mathbf{v}$  je kolmá k oběma vektorům  $\mathbf{E}$  a  $\mathbf{B}$  a je stálá co do velikosti i směru. Určete poměr  $\frac{e}{m}$  náboje elektronu k jeho hmotnosti. Zakřivení trajektorie elektronu způsobené gravitačním polem neuvažujte.

*Řešení*

$$U = 10^3\text{ V}, E = 1,9 \cdot 10^7\text{ V} \cdot \text{m}^{-1}, B = 1\text{ T}; \frac{e}{m} = ?$$

Práce  $eU$  vykonaná elektrickým polem při urychlování elektronu mezi body  $A$  a  $B$  se rovná přírůstku jeho kinetické energie  $\frac{1}{2}mv^2$ ; dostáváme proto

$$eU = \frac{1}{2}mv^2. \quad (\text{a})$$

Poněvadž rychlost elektronu  $\mathbf{v}$  v prostoru, ve kterém je elektrické a magnetické pole, je stálá, elektron se pohybuje v tomto prostoru rovnoměrně přímočaře. Velikost elektrické síly  $F_e = eE$  působící na elektron se proto rovná velikosti magnetické síly  $F_m = evB$ ; platí tedy

$$eE = evB \quad \text{a odtud} \quad v = \frac{E}{B}. \quad (\text{b})$$

Z rovnic (a) a (b) dostáváme

$$\frac{e}{m} = \frac{v^2}{2U} = \frac{\frac{E^2}{B^2}}{2U} = \frac{E^2}{2UB^2}.$$

$$\text{Číselně} \quad \frac{e}{m} = \frac{(1,9 \cdot 10^7)^2}{2 \cdot 10^3 \cdot 1^2} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1} \doteq 1,8 \cdot 10^{11} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}.$$

Poměr náboje elektronu a jeho hmotnosti je přibližně  $1,8 \cdot 10^{11} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

*Poznámka*

Směr magnetické síly, která působí na pohybující se elektron v magnetickém poli, je určen Flemingovým pravidlem levé ruky. Při použití tohoto pravidla však prsty levé ruky musí směřovat proti směru pohybu elektronu, protože elektron má záporný náboj.

K sestavení rovnice (a) jsou potřebné znalosti vztahů z elektřiny (levá strana rovnice) a z mechaniky (pravá strana rovnice) a jejich syntéza.

Vztah (b) získáme syntézou vztahů známých z elektřiny a magnetismu.

Hledaný poměr se získá syntézou vztahů (a) a (b).



## 2.2 Porovnávání a rozlišování (komparace a diskriminace)

### Charakteristika

Porovnávání a rozlišování jsou operace, které souvisí se schopností žáka *identifikovat určité objekty, děje nebo jevy na základě daných vlastností*. Kritéria, podle kterých se porovnává a rozlišuje, mohou být různá. Vycházíme-li z různých hledisek, může mít úloha více řešení. Můžeme se tedy setkat s řešením, které poukazuje na podobnost objektů na základě jednoho kritéria, ale rozlišuje je na základě kritéria jiného. Jedná se například o úlohy, které od žáka vyžadují:

- na základě určitých společných nebo naopak různých vlastností a znaků rozhodnout, co mají dané objekty, jevy nebo děje společné a v čem se liší
- porovnávání kvalitativní, kdy výsledkem úlohy je například diskuze o nalezených vlastnostech, které jsou pro dané objekty společné/rozdílné
- porovnávání kvantitativní, kdy se objekty uspořádají podle určitého kritéria vzestupně nebo sestupně

### Typické úlohy

1. (zdroj: Bartuška, K. (1997). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy II*. Praha: Prometheus, s. 8, úloha 3.)

Je hmotnost molekuly kyseliny dusičné  $\text{HNO}_3$  větší než hmotnost molekuly oxidu stříbrného  $\text{Ag}_2\text{O}$ ? Relativní atomové hmotnosti prvků, ze kterých se obě látky skládají, jsou  $A_r(\text{H}) \doteq 1$ ,  $A_r(\text{N}) \doteq 14$ ,  $A_r(\text{O}) \doteq 16$ ,  $A_r(\text{Ag}) \doteq 107,9$ .

Porovnání hmotností dvou různých molekul.

*Řešení*

$$A_r(\text{H}) \doteq 1, A_r(\text{N}) \doteq 14, A_r(\text{O}) \doteq 16, A_r(\text{Ag}) \doteq 107,9; \frac{m_m(\text{HNO}_3)}{m_m(\text{Ag}_2\text{O})} = ?$$

Relativní molekulové hmotnosti látek jsou

$$M_r(\text{HNO}_3) \doteq 1 + 14 + 3 \cdot 16 \doteq 63,0,$$

$$M_r(\text{Ag}_2\text{O}) \doteq 2 \cdot 107,9 + 16 \doteq 231,8.$$

Pro poměr hmotností molekul obou látek pak platí

$$\frac{m_m(\text{HNO}_3)}{m_m(\text{Ag}_2\text{O})} = \frac{M_r(\text{HNO}_3) \cdot m_u}{M_r(\text{Ag}_2\text{O}) \cdot m_u} = \frac{M_r(\text{HNO}_3)}{M_r(\text{Ag}_2\text{O})} = \frac{63,0}{231,8} < 1.$$

Z poměru hmotností molekul zjistíme, která má větší hmotnost.

Hmotnost molekuly kyseliny dusičné  $\text{HNO}_3$  je menší než hmotnost molekuly oxidu stříbrného  $\text{Ag}_2\text{O}$ .

2. (zdroj: Bartuška, K. (1998). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy III*. Praha: Prometheus, s. 114, úloha 117.)

V tabulce je vyjádřena závislost odporu termistoru na jeho teplotě v rozmezí  $0^\circ\text{C}$ – $100^\circ\text{C}$ . Vyjádřete tuto závislost grafem nakresleným na milimetrový papír. Volte měřítko  $10^\circ\text{C} \doteq 1 \text{ cm}$  a  $100 \Omega \doteq 1 \text{ cm}$ .

Do stejného grafu nakreslete také závislost odporu ocelového vodiče na jeho teplotě. Předpokládejte, že vodič má při teplotě  $0^\circ\text{C}$  odpor  $200 \Omega$  a teplotní součinitel elektrického odporu oceli je  $5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ .

Jaké závěry vyplývají z porovnání obou grafů?

Tabulka

$\frac{t}{^\circ\text{C}}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\frac{R}{\Omega}$	1200	850	600	400	280	200	140	100	70	50	40

*Řešení*

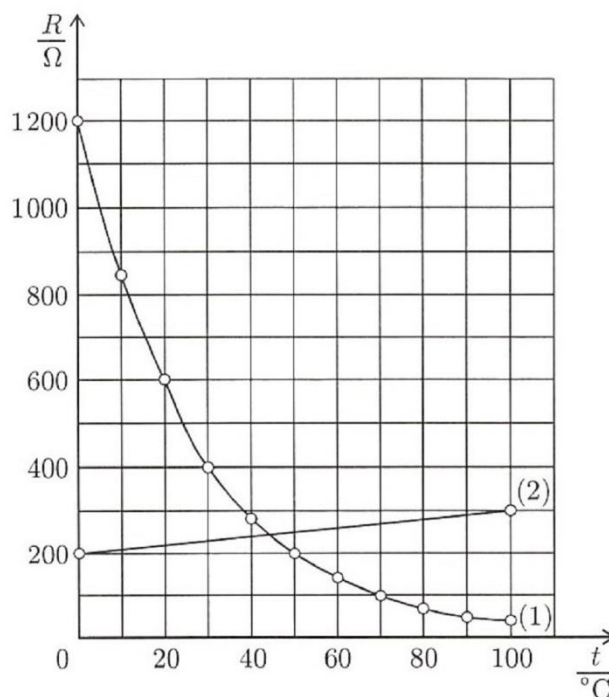
Graf závislosti odporu termistoru na teplotě je znázorněn na obr. 53 křivkou (1). Odpor kovového vodiče roste s teplotou lineárně (grafem je přímka), proto stačí získat pouze dva body, kterými tato přímka prochází. První bod můžeme volit tak, aby odpovídal teplotě 0 °C a odporu 200 Ω (viz text úlohy). Druhý dostaneme pomocí rovnice

$$R = R_1(1 + \alpha\Delta t).$$

Dosadíme-li do této rovnice  $R_1 = 200 \Omega$  a např.  $\Delta t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ , dostaneme

$$R = 200(1 + 5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2) \Omega = 300 \Omega.$$

Druhému bodu odpovídá tedy teplota 100 °C a odpor 300 Ω. Spojením obou bodů polopřímku dostaneme graf hledané závislosti (viz obr. 53, přímka (2)).



Obr. 53

Z obou grafů je patrné, že odpor kovového vodiče s rostoucí teplotou roste, naproti tomu odpor polovodiče klesá. Změna odporu v závislosti na změně teploty je u polovodiče mnohem výraznější než u kovového vodiče.

Řešením úlohy je kvalitativní porovnání odporu vodiče a polovodiče.

Poznámka: V úloze je použita i poznávací operace transformace (2.6) mezi tabulkou a grafem.

## 2.3 Třídění (kategorizace, klasifikace)

### Charakteristika

Kategorizací (resp. klasifikací) rozumíme poznávací operaci, při které jsou *rozeznávány objekty* (resp. jevy, děje aj.) a ty, které mají určité společné znaky a vlastnosti, jsou *zařazeny do stejné skupiny*. Jinak řečeno, objekty, které se vyznačují určitou podobností, se seskupují do tzv. kategorií. Pojem *třídění* můžeme chápat jako souhrnný název pro kategorizaci a klasifikaci. Jedná se například o úlohy, které požadují:

- seskupení daných objektů (jevů, dějů aj.) podle předem daných kritérií
- rozdělení objektů podle vlastnosti, kterou musí žák sám nalézt

### Typické úlohy

1. (zdroj: Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus, s. 64, úloha B 1.2.)

Které ze zadaných veličin jsou skalární a které vektorové?

- Tlak,
- magnetická indukce,
- intenzita elektrického pole,
- objem,
- elektromagnetická indukce,
- hybnost.

Třídění fyzikálních veličin na skalární a vektorové.

*Řešení*

a – skalár; b – vektor; c – vektor; d – skalár; e – není fyzikální veličina, ale jev; f – vektor

2. (zdroj: Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus, s. 26, úloha A 3.3.)

Rozhodněte, můžeme-li považovat danou vztažnou soustavu za inerciální nebo neinerciální. Svoje rozhodnutí zdůvodněte. Soustava pevně spojena

- s vlakem, který projíždí zatáčkou rychlostí o konstantní velikosti,
- s vlakem, který projíždí zatáčkou a snižuje rychlost,
- s kamenem pohybujícím se volným pádem,
- s povrchem Země.

Třídění na inerciální a neinerciální soustavy.

*Řešení*

- Neinerciální, protože se pohybuje s dostředivým zrychlením.
- Neinerciální, protože se pohybuje s dostředivým (i tečným) zrychlením.
- Neinerciální, protože se pohybuje s tíhovým zrychlením.
- Můžeme považovat za inerciální, protože dostředivé zrychlení je malé.

## 2.4 Zjišťování vztahu mezi fakty

### Charakteristika

Tato poznávací operace může zahrnovat např. zjišťování:

- čím byl vyvolán daný stav
- proč nastal nějaký děj
- k čemu daný děj vede, co bude jeho následkem
- jaký bude účinek objektu (děje) na jiný objekt
- jakou funkci má určitá součástka (například v elektrickém obvodu nebo přístroji)

### Typické úlohy

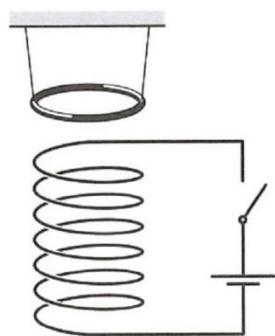
1. (zdroj: Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus, s. 164, úloha A 3.9.)

Na obr. 122 je cívka, kterou připojíme v určitém okamžiku ke zdroji stejnosměrného napětí. Nad cívkou je zavěšen uzavřený kovový závit. Bude se závit s cívkou bezprostředně po jejím připojení ke zdroji napětí odpuzovat, nebo přitahovat?

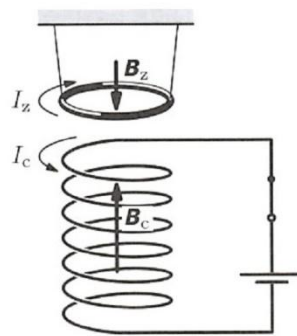
Je potřeba zjistit vztah mezi dějem v cívce a chováním závitu, tj. následek určitého děje.

*Řešení*

Vzhledem k polaritě připojeného zdroje začne cívkou procházet proud  $I_c$  v naznačeném směru (viz obr. 123). Podle Ampérova pravidla pro cívku určíme směr magnetické indukce pole cívky  $B_c$ . Protože se magnetický indukční tok závitem po zapojení cívky zvětší, bude mít na základě Lenzova zákona magnetická indukce pole závitu  $B_z$  směr opačný než  $B_c$ .



Obr. 122



Obr. 123

Podle Ampérova pravidla bude mít proud  $I_z$  v závitu směr opačný než proud  $I_c$  (viz obr. 123). Protože mají proudy  $I_z$  a  $I_c$  opačný směr, bude se závit od cívky odpuzovat.

Následkem je odpuzování závitu od cívky.

2. (zdroj: Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus, s. 60, úloha A 7.6.)

Siloměr, na kterém je ve vzduchu zavěšeno těleso z pevné látky, ukazuje 2,3 N. Pokud celé těleso ponoříme do vody, ukazuje siloměr 0,3 N. Jak se bude chovat toto těleso, když ho sundáme ze siloměru a dáme na hladinu glycerolu?

Příčina (dáme těleso na hladinu glycerolu) – následek (chování tělesa).

*Řešení*

Ve vzduchu:  $F_1 = 2,3 \text{ N}$

Ve vodě:  $F_2 = 0,3 \text{ N}$

Těleso:  $\rho_t = ?$

O chování pevného tělesa v dané kapalině rozhoduje vztah mezi hustotou pevné látky  $\rho_t$  a hustotou kapaliny  $\rho_{gl}$  (v tomto případě glycerolu). Pro hustotu  $\rho_t$  platí

$$\rho_t = \frac{m_t}{V_t}. \quad (1)$$

Hmotnost tělesa určíme z tíhy, kterou ukazuje siloměr na vzduchu; platí

$$G_t = F_1 = m_t g. \quad (2)$$

Objem tělesa určíme z velikosti hydrostatické vztlakové síly působící ve vodě, pro kterou platí

$$F_{vz} = F_1 - F_2 = \rho_{vo} V_t g. \quad (3)$$

Po dosazení z druhého a třetího vztahu do prvního dostáváme

$$\rho_t = \frac{F_1 \rho_{vo}}{F_1 - F_2},$$

kde  $\rho_{vo}$  je hustota vody.

$$\text{Číselně } \rho_t = \frac{2,3 \cdot 1\,000}{2,3 - 0,3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \approx 1\,200 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}.$$

Hustota glycerolu (viz FT) je  $1\,261 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Protože hustota látky, ze které je těleso, je menší než hustota glycerolu, bude těleso plovat na hladině.

Následek.

## 2.5 Abstrakce, konkretizace a zobecňování

### Charakteristika

*Abstrakcí* rozumíme poznávací operaci, při které dochází ke zkoumání určitých objektů tak, že *se pozornost soustřeďuje na podstatné znaky*. Jiné, méně důležité (irelevantní) vlastnosti se neuvažují, čímž se získává obecnější pohled na předměty zkoumání. *Konkretizace* je antonymem k abstrakci a znamená *upřesnění*. Učební úlohy, které máme na mysli, se mohou týkat:

- zobecnění fyzikálních vztahů
- přechodu od vztahů obecnější teorie ke vztahům speciálním, např. od vztahů speciální teorie relativity, kde po zanedbání členů vyšších řádů můžeme přejít k vztahům klasické fyziky

### Typické úlohy

1. (zadání úlohy bylo inspirováno tématy 1.3 a 7.6 v učebnici Lepil, O., & Šedivý, P. (2000). *Fyzika pro gymnázia Elektrizace a magnetismus*. Praha: Prometheus.)

Konkretizujte chování elektronu (druh jeho pohybu, trajektorii), jestliže vletne do a) homogenního elektrického pole ve směru intenzity, b) homogenního magnetického pole kolmo k indukčním čarám.

*Řešení*

a) Na elektron, který vletne do homogenního elektrického pole ve směru intenzity o velikosti  $E$ , působí elektrická síla o konstantní velikosti

$$F_e = eE,$$

kde  $e$  je elementární náboj. Výsledkem toho je rovnoměrně zrychlený pohyb elektronu po přímce.

b) Na elektron, který vletne do homogenního magnetického pole kolmo k indukčním čarám, působí magnetická síla o velikost  $F_m$ . Magnetická síla zakřivuje jeho trajektorii a elektron se pohybuje po kružnici. Pro velikost magnetické síly platí

$$F_m = Bev, \quad (1)$$

kde  $B$  je velikost magnetické indukce,  $e$  je elementární náboj a  $v$  je velikost rychlosti elektronu. Velikost rychlosti elektronu se nemění, ale mění se její směr. Magnetická síla je silou dostředivou. Pomocí (1) a vztahu pro dostředivou sílu dostáváme vztah

$$Bev = m \frac{v^2}{r}. \quad (2)$$

Ze vztahu (2) můžeme vyjádřit poloměr trajektorie elektronu

$$r = \frac{mv}{Be}.$$

Výsledkem je tedy pohyb elektronu po kružnicové trajektorii s výše uvedeným poloměrem.

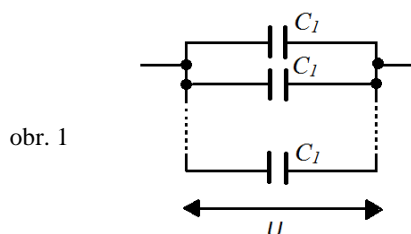
2. (Lepil, O., & Šedivý, P. (2000). *Fyzika pro gymnázia – Elektřina a magnetismus*. Praha: Prometheus, s. 46, úloha 2.)

Jakou celkovou kapacitu  $C$  má  $n$  stejných kondenzátorů o kapacitě  $C_1$  zapojených a) paralelně, b) sériově?

Zobecnění vztahu pro celkovou kapacitu kondenzátorů.

Řešení

a)



Na všech kondenzátorech je stejné napětí (viz obr. 1). Pro celkový náboj platí

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = C_1U + C_2U + \dots + C_nU.$$

Vzhledem k tomu, že každý z kondenzátorů má stejnou kapacitu  $C_1$ , dostaneme

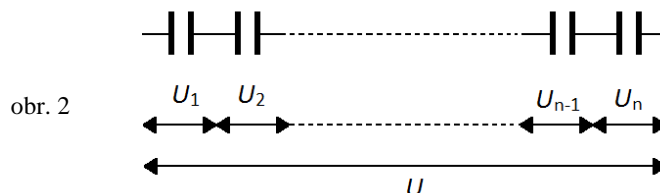
$$Q = n C_1U,$$

z čehož plyne, že pro celkovou kapacitu paralelně zapojených kondenzátorů platí

$$C = nC_1.$$

Zobecněný vztah pro kapacitu kondenzátorů zapojených paralelně.

b)



Po připojení zdroje k sériově spojeným kondenzátorům je na deskách připojených ke svorkám zdroje náboj  $+Q$  a  $-Q$ . Na zbývajících vzájemně spojených deskách se indukují stejně velké náboje opačného znaménka. Jak je možné vidět na obr. 2, celkové napětí je rovno součtu jednotlivých napětí  $U_1, U_2, \dots, U_n$ . Platí

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \dots + \frac{Q}{C_n}.$$

Víme, že všechny kondenzátory mají stejnou kapacitu  $C_1$ , a tak pro celkové napětí dostáváme

$$U = \frac{nQ}{C_1}.$$

Pro celkovou kapacitu  $C$  tedy platí, že

$$C = \frac{C_1}{n}.$$

Zobecněný vztah pro kapacitu kondenzátorů zapojených sériově.

## 2.6 Překlad (transformace)

### Charakteristika

Tuto poznávací operaci bychom mohli nejjednodušším způsobem vysvětlit jako *přeměnu existující struktury na modifikovanou, pro žáka novou strukturu*. Transformací rozumíme například „přechody“ mezi následujícími strukturami:

- matematické vyjádření → vyjádření slovní (a naopak)
- naměřené hodnoty → grafické znázornění
- jedna grafická závislost (například závislost velikosti rychlosti hmotného bodu na čase) → jiná grafická závislost (například závislost dráhy na čase)

### Typické úlohy

1. (zdroj: Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus, s. 95, úloha A 3.2.)

Průběh děje *ABCD* s ideálním plynem stálé hmotnosti, který je znázorněn v diagramu *V-T* (viz obr. 66), znázorněte v diagramu *p-V*. Zobrazený děj se skládá jen z jednoduchých dějů. Pojmenujte je.

*Řešení*

Děj *AB* je při stálém objemu, tj. izochorický. Protože se při něm zvyšuje teplota a  $V = \text{konst.}$ , tak podle stavové rovnice pro ideální plyn stálé

hmotnosti  $\frac{pV}{T} = \text{konst.}$  se bude zvětšovat tlak, a grafem děje *AB* proto bude v *p-V* diagramu svislá úsečka orientovaná nahoru (viz obr. 67).

Děj *BC* je při stálé teplotě, tj. izotermický. Protože při něm klesá objem a  $T = \text{konst.}$ , tak podle stavové rovnice  $\frac{pV}{T} = \text{konst.}$  se bude zvětšovat tlak, a grafem děje *BC* proto bude v *p-V* diagramu část větve hyperboly orientovaná vlevo nahoru.

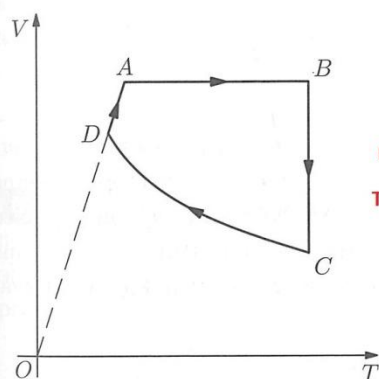
Děj *CD* nemůže být ani izochorický, ani izotermický a ani izobarický (protože při izobarickém ději vzhledem k platnosti  $\frac{V}{T} = \text{konst.}$  by objem musel být přímo úměrný termodynamické teplotě, což podle grafu není). Z jednoduchých dějů s ideálním plynem tak zbývá jen děj adiabatický, při kterém se bude zvětšovat objem. Příslušná adiabata je strmější než izoterma a je orientována doprava dolů.

Poslední děj *DA* je izobarický, protože objem je přímo úměrný termodynamické teplotě. Protože  $p = \text{konst.}$ , bude grafem děje *DA* v *p-V* diagramu vodorovná úsečka orientovaná doprava.

Je potřeba transformovat jeden graf (diagram *V-T*) do jiného grafu (diagram *p-V*).

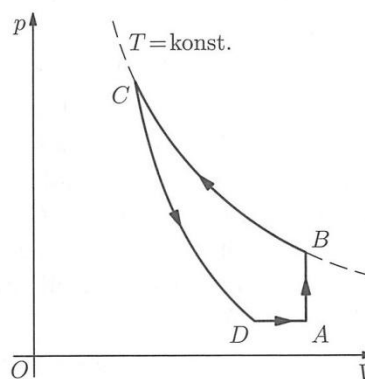
Zjišťování, jak se bude transformovat první úsek grafu.

Analogicky se zjistí, jak se budou transformovat úseky *BC*, *CD*, *DA*.



Obr. 66

Transformace



Obr. 67



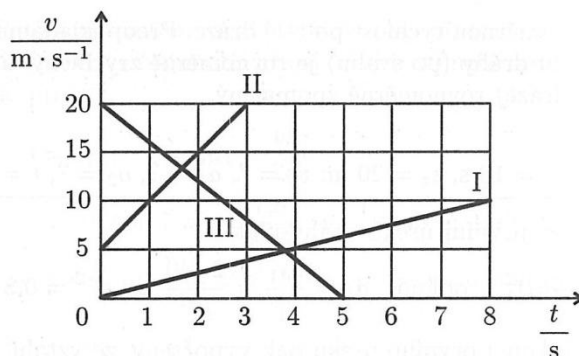
2. (zdroj: Bartuška, K. (1997). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I*. Praha: Prometheus, s. 37, úloha 32.)

Na obr. 14 jsou tři grafy I, II a III vyjadřující závislost velikosti rychlostí tří těles na čase. Popište pohyby těchto těles a vyjádřete číselnými rovnicemi jejich rychlost jako funkci času.

Je potřeba provést transformaci graf → rovnice.

*Řešení*

1. První těleso se pohybuje rovnoměrně zrychleně počáteční rychlostí  $v_0 = 0$ ; platí tedy  $v_1 = a_1 t$ . Podle grafu I má toto těleso zrychlení



Obr. 14

$a_1 = \frac{v_1}{t} = \frac{10}{8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 1,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Rovnici rychlosti prvního tělesa lze proto zapsat ve tvaru

$$\{v_1\} = 1,25\{t\},$$

kde  $\{v_1\}$  je číselná hodnota rychlosti  $v_1$  a  $\{t\}$  je číselná hodnota času  $t$ . Obě číselné hodnoty jsou vyjádřeny v hlavních jednotkách soustavy SI (tj. v  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  a v sekundách).

2. Druhé těleso se rovněž pohybuje rovnoměrně zrychleně, z grafu však vyplývá, že jeho počáteční rychlost  $v_0 = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Z rovnice  $v_2 = v_0 + a_2 t$  dostáváme  $a_2 = \frac{v_2 - v_0}{t}$  a odtud užitím grafu  $a_2 = \frac{20 - 5}{3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Rychlost druhého tělesa lze proto vyjádřit rovnicí

$$\{v_2\} = 5 + 5\{t\}.$$

3. Třetí těleso se pohybuje rovnoměrně zpomaleným pohybem a má počáteční rychlost  $v_0 = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Jeho rychlost lze vyjádřit rovnicí  $v_3 = v_0 - a_3 t$ , odkud  $a_3 = \frac{v_0 - v_3}{t}$ . Po dosazení hodnot získaných z grafu dostáváme pro velikost zrychlení  $a_3 = \frac{20 - 0}{5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  a pro velikosti rychlosti

$$\{v_3\} = 20 - 4\{t\}.$$

*Poznámka*

Rovnice vyjadřující velikosti rychlostí tří těles jako funkci času jsme zapsali v číselném tvaru ( $\{v_1\} = 1,25\{t\}$ ,  $\{v_2\} = 5 + 5\{t\}$  a  $\{v_3\} = 20 - 4\{t\}$ ), neboť v opačném případě by nebyly jednotkově správné. Např. první rovnici nelze psát ve tvaru  $v_1 = 1,25t$ , poněvadž levá strana této rovnice by měla jinou jednotku než pravá.

Pro nalezení rovnice je potřeba provést i uvedený výpočet.

Výsledek transformace grafu I.

Analogicky se provede transformace grafů II a III.

## 2.7 Výklad (interpretace), vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění apod.

### Charakteristika

Tato poznávací operace se v mnoha případech může prolínat s operací *zjišťování vztahu mezi fakty* (viz 2.4). Jde například o úlohy, které od žáka vyžadují:

- formulaci daného poznatku vlastními slovy
- vysvětlení jevů a procesů
- objasnění, za jakých podmínek jev nastává
- objasnění smyslu využívání určitých zařízení a přístrojů
- zdůvodnění smyslu použití určitého postupu při měření nebo výpočtu apod.

### Typické úlohy

1. (zdroj: Bartuška, K. (2000). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy IV*. Praha: Prometheus, s. 135, úloha 115.)

Vysvětlete, proč z hlediska speciální teorie relativity není zcela správná formulace věty: V určitém okamžiku se ve vesmíru odehrály současně tři nesoumírné události  $U_1$ ,  $U_2$  a  $U_3$ . Rozeberte z hlediska speciální relativity význam výrazu „v určitém okamžiku“.

#### *Řešení*

Současnost událostí je relativní; proto je třeba udat vztažnou soustavu, v níž jsou události  $U_1$ ,  $U_2$  a  $U_3$  současné. Větu uvedenou v úloze lze proto přesněji formulovat např. takto: V dané vztažné soustavě se ve vesmíru odehrály současně tři nesoumírné události  $U_1$ ,  $U_2$  a  $U_3$ .

Výraz „v určitém okamžiku“ z fyzikálního hlediska obecně znamená, že soustava synchronizovaných hodin rozmístěných v dané vztažné soustavě ukazuje současně též časový údaj (např. 12 hodin). Poněvadž současnost téhož časového údaje hodin rozmístěných v různých bodech je relativní, má výraz „v určitém okamžiku“ smysl jen v dané vztažné soustavě.

#### *Poznámka*

Z předcházející úvahy vyplývá, že při používání výrazu „v určitém okamžiku“ aplikovaném na nesoumírné události musíme ve speciální teorii relativity postupovat velmi opatrně. Musíme se vždy opírat o určitou vztažnou soustavu a nespolehat se na svou nesprávnou intuici, podle níž má výraz „v určitém okamžiku“ absolutní smysl nezávislý na vztažné soustavě.

2. (upraveno podle: *Sbírka řešených úloh z fyziky*. Dostupné z <http://www.fyzikalniulohy.cz>, úloha č. 789.)

Dle legendy si nechal syrakuský král Hieron II. zhotovit zlatou korunu ve tvaru vavřínového věnce a požádal Archiméda, aby zjistil, zda je vyrobena z ryzího zlata. Archimédes vyvážil korunu na vzduchu zlatým závažím a poté ponořil vyvážený systém do vody. Zlaté závaží korunu převážilo a zlatník přišel o hlavu. Vysvětlete, proč stihl mistra zlatníka tak nemilosrdný trest.

*Řešení*

Na vzduchu působí na oba předměty tíhová síla a vztlaková síla vzduchu (ta je ve srovnání s tíhovou silou malá a nebudeme ji uvažovat). Ve vodě působí kromě tíhové síly na oba předměty také vztlaková síla vody. Tíhová síla působící na obě tělesa je ve vzduchu i ve vodě stejná. Pokud se tedy rovnováha ve vodě porušila, znamená to, že na korunu a závaží působí různá vztlaková síla. Vztlakovou sílu spočítáme jako

$$F_{vz} = V\rho g,$$

kde  $V$  je objem ponořené části tělesa,  $\rho$  je hustota okolní kapaliny,  $g \doteq 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Jestliže závaží korunu převáží, znamená to, že na korunu působí větší vztlaková síla. Koruna je touto silou více nadnášena. Víme, že  $\rho$  i  $g$  jsou pro korunu i závaží stejné. Rozdílnou velikost vztlakové síly způsobuje rozdílný objem koruny a závaží. Koruna má tedy větší objem. Koruna má stejnou hmotnost jako závaží (na vzduchu byly oba předměty v rovnováze, mají tedy stejnou hmotnost). Proto víme, že hustota materiálu, ze kterého je koruna vyrobena, musí být nižší než hustota zlata, ze kterého je vyrobeno závaží. Koruna tedy nebyla vyrobena z čistého zlata a mistr zlatník krále podvedl.

Vysvětlení.

## 2.8 Vyvozování (indukce)

### Charakteristika

Obecně je indukce operace, kdy z *dílčích známých poznatků vytváříme hypotézy a vyvozujeme obecné závěry*. Indukce velmi úzce souvisí se syntézou (viz 2.1). I když mezi nimi neexistuje ostrá hranice, můžeme považovat za hlavní rozdíl mezi těmito operacemi to, že syntéza patří k jednodušším a indukce k složitějším poznávacím operacím. Indukce souvisí spíše s *teoretickým vyvozováním*, kdy z jednotlivých poznatků dostáváme obecněji platné zákony, závislosti apod. Řešení úlohy induktivním způsobem často vyžaduje tvořivou činnost a pečlivé naplánování dalších kroků. Mezi typické učební úlohy na indukci řadíme například:

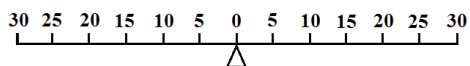
- stanovení obecné závislosti mezi fyzikálními veličinami z výčtu určitých naměřených hodnot

### Typické úlohy

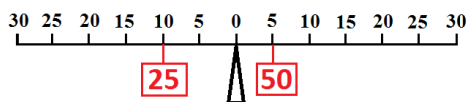
1. (zadání úlohy bylo inspirováno tématem 6.2 v učebnici Bednařík, M., & Šíroká, M. (2000). *Fyzika pro gymnázia – Mechanika*. Praha: Prometheus.)

Na obr. 1 je znázorněna dvouzvrtná páka v rovnovážné poloze, jejíž ramena jsou dlouhá 30 cm. Na ramena této páky jsme postupně zavěsili dvojice závaží s různými hmotnostmi (v gramech) do takových vzdáleností od osy otáčení, aby se neporušila rovnovážná poloha (viz obr. 2 a,b,c). Určete rovnici rovnováhy páky.

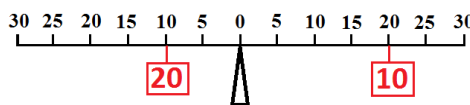
Poznámka: V rovnici rovnováhy vystupují veličiny  $F_1$ ,  $F_2$  (velikosti sil, kterými závaží působí na rameno páky) a  $d_1$ ,  $d_2$  (vzdálenosti závaží od osy otáčení).



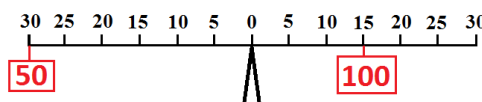
obr. 1



obr. 2 a)



obr. 2 b)



obr. 2 c)

Z dílčích informací (obr. 2 a, b, c) se vyvozuje obecný vztah (rovnice rovnováhy na páce).

### Řešení

První, čeho si můžeme všimnout, je, že aby zůstala páka v rovnovážné poloze, musíme těžší závaží umístit blíže k ose otáčení než lehčí závaží. Chtěli bychom ale zjistit, co platí přesněji pro tyto vzdálenosti ve vztahu k tíhovým silám, které působí na závaží. Když se zaměříme na obr. 2 a), uvidíme, že závaží umístěné na levé straně páky je dvakrát těžší (20 g) než závaží na pravé straně (10 g). Také vidíme, že těžší závaží je umístěno v dvakrát menší vzdálenosti od osy otáčení než lehčí závaží. Naší hypotézou

je, že součin síly, kterou působí závaží, a vzdálenosti od osy otáčení je na levé i pravé straně páky stejný. Z obr. 2 b) a c) vidíme, že je naše hypotéza zřejmě správná. Rovnici rovnováhy na páce můžeme matematicky zapsat ve tvaru

$$F_1 d_1 = F_2 d_2.$$

*Poznámka:* Jsme si vědomi, že se ze tří situací nelze přesvědčit o obecné platnosti.

2. (zdroj: Bartuška, K. (2000). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy IV*. Praha: Prometheus, s. 158, úloha 138.)

Při osvětlení kovu monofrekvenčním světlem o vlnové délce 400 nm mají elektrony uvolněné z kovu fotoelektrickým jevem rychlost o velikosti  $8,1 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Při osvětlení téhož kovu monofrekvenčním světlem o vlnové délce 600 nm mají uvolněné elektrony rychlost o velikosti  $5,5 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Určete z těchto údajů přibližnou hodnotu Planckovy konstanty. Klidová hmotnost elektronů je  $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ , rychlost světla ve vakuu  $3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Z dílčích známých údajů je potřeba vyvodit obecný poznatek (hodnotu Planckovy konstanty).

*Řešení*

$$\lambda_1 = 400 \text{ nm} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m}, v_1 = 8,1 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1},$$

$$\lambda_2 = 600 \text{ nm} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}, v_2 = 5,5 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg},$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; h = ?$$

Podle Einsteinovy rovnice pro fotoelektrický jev platí

$$hf_1 = W_v + \frac{1}{2}m_e v_1^2 \quad \text{a} \quad hf_2 = W_v + \frac{1}{2}m_e v_2^2.$$

Dosadíme-li do obou rovnic

$$f_1 = \frac{c}{\lambda_1} \quad \text{a} \quad f_2 = \frac{c}{\lambda_2},$$

dostaneme

$$h \frac{c}{\lambda_1} = W_v + \frac{1}{2}m_e v_1^2 \quad \text{a} \quad h \frac{c}{\lambda_2} = W_v + \frac{1}{2}m_e v_2^2.$$

Dvě dílčí známé rovnice.

Odečtením levých a pravých stran obou rovnic dostáváme

$$hc \left( \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = \frac{m_e}{2} (v_1^2 - v_2^2)$$

Syntéza dílčích rovnic.

a odtud

$$h = \frac{m_e (v_1^2 - v_2^2)}{2c \left( \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)}$$

$$\text{Číselně } h = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} [(8,1 \cdot 10^5)^2 - (5,5 \cdot 10^5)^2]}{2 \cdot 3 \cdot 10^8 \left( \frac{1}{4 \cdot 10^{-7}} - \frac{1}{6 \cdot 10^{-7}} \right)} \text{ J} \cdot \text{s} \doteq$$

$$\doteq 6,4 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}.$$

Závěr získaný indukci.

Přibližná hodnota Planckovy konstanty je  $6,4 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .

## 2.9 Odvozování (dedukce)

### Charakteristika

V této práci pojmem dedukce rozumíme poznávací operaci, kdy z *obecně platného tvrzení odvozujeme závěry a důsledky pro speciální případy*. Dedukce je tedy obrácený postup k indukci. Příkladem mohou být následující úlohy:

- z obecného fyzikálního zákona odvodit vztahy platné za určitých speciálních podmínek
- odvodit vztah pro určitou fyzikální veličinu užitím známých vztahů

### Typické úlohy

1. (upraveno podle: Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus, s. 224, úloha C 17.)

Po zledovatěném svahu, který svírá s vodorovnou rovinou úhel  $\alpha$  a má výšku  $h$ , sjíždějí z klidu sánky. Ze vztahu pro výkon  $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ , kde  $\Delta W$  je práce a  $\Delta t$  je doba, za kterou se práce vykonala, odvodte

- a) okamžitý výkon pohybové složky tíhové síly jako funkci času,  
b) průměrný výkon pohybové složky tíhové síly.

Je potřeba z obecného vztahu odvodit speciální vztahy.

### Řešení

a) Působí-li na sánky konstantní síla (v tomto případě tíhová síla), budou se sánky po svahu pohybovat rovnoměrně zrychleným pohybem. Máme-li určit okamžitý výkon, můžeme vztah ze zadání upravit následovně

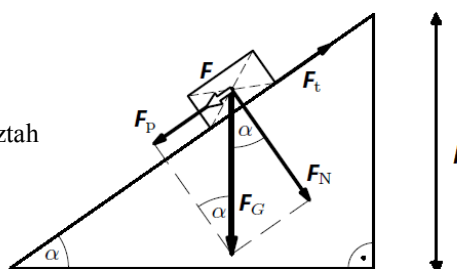
$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{F_p \Delta s}{\Delta t} = F_p v, \quad (1)$$

kde  $\Delta s$  je dráha, kterou těleso urazí za velmi krátkou dobu  $\Delta t$ ,  $v$  je velikost okamžité rychlosti tělesa a  $F_p$  je pohybová složka tíhové síly (působící ve směru rychlosti tělesa). Dosadíme-li do vztahu (1) vztah pro okamžitou rychlost tělesa ( $v = at$ ) a vztah pro velikost pohybové složky tíhové síly (viz obr. 1)  $F_p = F_G \sin \alpha$ , resp.  $a = g \sin \alpha$ , dostáváme

$$P = F_p v = F_G \sin \alpha at$$

a po jednoduchých úpravách můžeme psát vztah pro okamžitý výkon

$$P = mg^2 t \sin^2 \alpha.$$



obr. 1 (upraveno podle Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus, s. 27.)

b) Máme-li určit průměrný výkon  $P_p$ , můžeme vztah ze zadání s uvážením vztahu pro potenciální energii upravit následovně

$$P_p = \frac{W}{t} = \frac{E_p}{t} = \frac{mgh}{t}, \quad (2)$$

kde  $W$  je v tomto případě celková práce a  $E_p$  je potenciální energie tíhová.

Na základě vztahu pro dráhu  $s$  rovnoměrně zrychleného pohybu a obr. 1 můžeme vyjádřit

$$s = \frac{1}{2} g \sin \alpha t^2 = \frac{h}{\sin \alpha} \quad \text{a} \quad t = \frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Dosadíme-li předešlý vztah pro čas do vztahu (2), po jednoduchých úpravách dostáváme výsledek

$$P_p = mg^{\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{h}{2}} \sin \alpha.$$

**2.** (zdroj: Bednařík, M., & Šíroková, M. (2000). *Fyzika pro gymnázia – Mechanika*. Praha: Prometheus, s. 219, př. 2.)

Na niti vedené přes kladku jsou zavěšena závaží o hmotnostech 0,45 kg a 0,55 kg. Určete zrychlení závaží a sílu, kterou je napínána nit. Tření a hmotnost kladky i niti zanedbejte.

**K vyřešení úlohy je potřeba odvodit dva dílčí vztahy – vztah pro zrychlení a sílu.**

*Řešení*

$$m_1 = 0,45 \text{ kg}, m_2 = 0,55 \text{ kg}, g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}; a = ?, F = ?$$

Síly působící na každé závaží jsou znázorněny na obr. C4-3. Vlákno je napnuto po celé délce stejně, síly  $F$  a  $F'$  mají tedy stejnou velikost  $F$ . Velikosti tíhových sil jsou  $F_{G1} = m_1g$ ,  $F_{G2} = m_2g$ .

**Využijeme obecně platných vztahů a zákonů.**

Délka niti se nemění, proto se budou obě závaží pohybovat se stejným zrychlením, a to tak, že závaží o menší hmotnosti bude stoupat, závaží o větší hmotnosti klesat. Podle druhého pohybového zákona je výslednice sil působících na těleso rovna součinu hmotnosti tělesa a jeho zrychlení. Pro závaží o hmotnosti  $m_1$  tedy platí rovnice

$$F - m_1g = m_1a$$

a pro závaží o hmotnosti  $m_2$  rovnice

$$m_2g - F = m_2a.$$

Sečtením levých i pravých stran těchto rovnic dostaneme

$$m_2g - m_1g = m_1a + m_2a$$

a odtud velikost zrychlení

$$a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2}.$$

Velikost síly napínající nit můžeme získat z rovnice pro první nebo druhé závaží:

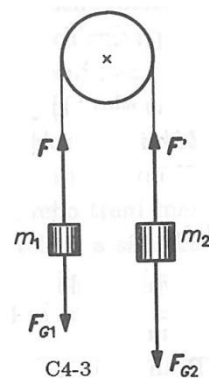
$$F = m_1(g + a) \quad \text{nebo} \quad F = m_2(g - a).$$

Dosadíme-li vztah, který jsme odvodili pro zrychlení, je

$$F = \frac{2m_1m_2g}{m_1 + m_2}.$$

Pro dané hodnoty je  $a = 0,98 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ,  $F = 4,9 \text{ N}$ .

Závaží se pohybují se zrychlením  $0,98 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , nit je napínána silou  $4,9 \text{ N}$ .



**Z obecně platných vztahů jsme získali vztah pro zrychlení.**

**Syntézou vztahů pro velikost síly a odvozeného vztahu pro zrychlení jsme získali vztah pro sílu, kterou je napínána nit.**

## 2.10 Dokazování, ověřování (verifikace)

### Charakteristika

Verifikací rozumíme formálně správný postup (postup vycházející již z dokázaných tvrzení), jehož cílem je ověření platnosti určité hypotézy. Cílem dokazování je nejen formální a objektivní potvrzení hypotetického sdělení, ale většinou se pomocí důkazů prohlubuje pochopení tvrzení a usnadní se zapamatování probíraného fyzikálního obsahu. Učební úlohu na dokazování snadno rozpoznáme, většinou totiž začíná slovy:

- Dokažte, že platí...
- Ověřte správnost následujícího vztahu...

### Typické úlohy

1. (zdroj: Bartuška, K. (2000). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy IV*. Praha: Prometheus, s. 55, úloha 42.)

Dokažte, že obraz vytvořený vypuklým zrcadlem je vždy zdánlivý.

*Řešení*

Ze zobrazovací rovnice pro kulové zrcadlo

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$$

vyplývá pro obrazovou vzdálenost  $a'$  vztah

$$a' = \frac{af}{a - f}. \quad (\text{a})$$

Poněvadž podle znaménkové konvence je pro zobrazování vypuklým zrcadlem  $a > 0$  a  $f < 0$ , je čítec zlomku (a) vždy záporný, jmenovatel vždy kladný. Odtud vyplývá, že obrazová vzdálenost  $a'$  určená vzorcem (a) je vždy záporná ( $a' < 0$ ). To znamená, že obraz vytvořený vypuklým zrcadlem je vždy zdánlivý.

Typický způsob zadání důkazové úlohy.

Uzavřeno tím, co se mělo dokázat.

2. (zdroj: Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus, s. 225, úloha C 21.)

Dokažte, že ze vztahu pro délkovou teplotní roztažnost pevných těles  $a = a_1(1 + \alpha\Delta t)$  plyne vztah pro objemovou teplotní roztažnost  $V \approx V_1(1 + \beta\Delta t)$ , kde  $\beta = 3\alpha$ . Diskutujte předpoklady odvození.

*Řešení*

Pro izotropní těleso tvaru kvádru je

$$V = a_1 b_1 c_1 (1 + \alpha\Delta t)^3 = V_1 [1 + 3\alpha\Delta t + 3\alpha^2(\Delta t)^2 + \alpha^3(\Delta t)^3].$$

Dále pro  $|\alpha\Delta t| \ll 1$  dostáváme  $V \approx V_1(1 + 3\alpha\Delta t)$ , což se mělo dokázat.



## 2.11 Hodnocení

### Charakteristika

Hodnocením v tomto případě rozumíme *posuzování metod, postupů, technik, reálnosti výsledků* aj. Hodnocení se určitým způsobem uplatňuje při řešení většiny problémů, kdy na ně žák nahlíží z různých stran, hledá nejvýhodnější cestu k řešení, případně další možná řešení. Ve výuce fyziky s rozvojem této operace souvisí například:

- porovnání výhod a nevýhod přístrojů, které se využívají při experimentu
- vyhodnocení přesnosti měření
- stanovení, zda je určitý postup realizovatelný
- zamyšlení se nad faktory, které ovlivňují měření
- zhodnocení efektivity různých postupů měření, výpočtů apod.

### Typické úlohy

1. (zdroj: Bartuška, K. (1998). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy III*. Praha: Prometheus, s. 46, úloha 45.)

Deskový kondenzátor o kapacitě 1 F má desky, které mají tvar čtverce a jsou od sebe vzdáleny 1 mm. Relativní permitivita vzduchu, který je mezi deskami kondenzátoru, je  $\epsilon_r \doteq 1$ , permitivita vakua je  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ . Vypočítejte délku strany desek kondenzátoru. Je možné tento kondenzátor sestrojít? Vysvětlete.

*Řešení*

$$C = 1 \text{ F}, d = 10^{-3} \text{ m}, \epsilon_r \doteq 1, \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}; a = ?$$

Kapacita deskového kondenzátoru je určena vztahem

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{a^2}{d},$$

odkud pro délku strany jeho desek vyplývá

$$a = \sqrt{\frac{Cd}{\epsilon_0 \epsilon_r}}.$$

$$\text{Číselně } a = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-3}}{8,85 \cdot 10^{-12}}} \text{ m} = 10\,629 \text{ m} \doteq \underline{11 \text{ km.}}$$

Délka stran čtvercových desek kondenzátoru by byla asi 11 km.

 *Poznámka*

Kondenzátor s tak velikými deskami nelze samozřejmě sestrojít. Nereálný výsledek vznikl proto, že jednotka kapacity 1 F je velmi velká. Kapacita kondenzátorů, které se používají v praxi, se obvykle vyjadřuje v menších jednotkách:  $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$ ,  $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$  a  $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$ .

Uplatňuje se zde i operace výklad, vysvětlení.

Je potřeba zhodnotit (posoudit), zda je reálné sestrojít kondenzátor příslušných parametrů.

Výsledek vyvolávající zamyšlení.

Zjištění, že výsledek je nereálný, a další souvislosti.

2. (zdroj: Bartuška, K. (1997). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I*. Praha: Prometheus, s 25, úloha 15.)

Francouzský romanopisec Jules Verne napsal román, v němž byla vyslovena myšlenka vyslat na Měsíc velkou dělovou střelou s lidskou posádkou uvnitř. Dělová hlaveň, z níž byla střela vystřelena, měla délku 220 m.

- Jak dlouho by se střela pohybovala uvnitř hlavně, kdyby z ní vylétla druhou kosmickou rychlostí  $11,2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ ?
- Jaké by bylo její zrychlení při pohybu uvnitř hlavně?
- Jak dlouhá by musela být dělová hlaveň, kdyby z ní střela vylétla rychlostí  $11,2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  a pohybovala se uvnitř hlavně se zrychlením  $100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ? Toto zrychlení je pro kosmonauty ještě přijatelné.

**Řešení**

a)  $v = 11,2 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $s = 220 \text{ m}$ ;  $t = ?$

Budeme-li předpokládat, že pohyb střely uvnitř hlavně je rovnoměrně zrychlený, pak ze vztahu  $s = \frac{1}{2}at^2$  a  $v = at$  dostáváme

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{v}{t} t^2 = \frac{1}{2}vt \quad \text{a odtud} \quad t = \frac{2s}{v}.$$

$$\text{Číselně} \quad t = \frac{2 \cdot 220}{11,2 \cdot 10^3} \text{ s} \doteq 0,04 \text{ s}.$$

- b) Pro zrychlení  $a$  rovnoměrného pohybu střely uvnitř hlavně platí

$$a = \frac{v}{t} = \frac{11,2 \cdot 10^3}{0,04} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 280\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 2,8 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}.$$

Střela by se pohybovala uvnitř hlavně se zrychlením  $2,8 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

- c)  $v = 11,2 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $a = 100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ;  $s = ?$

Ze vztahů pro dráhu a rychlost rovnoměrně zrychleného pohybu dostáváme

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}a \left( \frac{v}{a} \right)^2 = \frac{v^2}{2a}.$$

$$\text{Číselně} \quad s = \frac{(11,2 \cdot 10^3)^2}{2 \cdot 100} \text{ m} \doteq 627\,000 \text{ m}.$$

Délka hlavně by byla v tomto případě 627 km.

**Poznámka**

Z řešení úlohy vyplývá, že Vernův projekt cesty na Měsíc není reálný (člověk např. nesnese zrychlení  $280\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ). Uvažte také další důvody, pro které nelze Vernem navržený způsob cesty na Měsíc uskutečnit.

**Zadání úlohy sice hodnocení přímo nevyžaduje, ale charakter tří po sobě následujících otázek (a, b, c) naznačuje, že k němu tato úloha vede.**

**Výsledek vyvolávající zamýšlení (tak velké zrychlení není pro člověka přijatelné).**

**Kvůli přijatelnému zrychlení bychom museli použít hlaveň o délce přibližně 627 km, což není reálné sestrojít.**

## Použitá literatura

- Bartuška, K. (1997). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I*. Praha: Prometheus.
- Bartuška, K. (1997). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy II*. Praha: Prometheus.
- Bartuška, K. (1998). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy III*. Praha: Prometheus.
- Bartuška, K. (2000). *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy IV*. Praha: Prometheus.
- Bednařík, M., & Šíroková, M. (2000). *Fyzika pro gymnázia – Mechanika*. Praha: Prometheus.
- Dvořák, L. et al. (2008). *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?* Praha: Matfyzpress.
- Farková, M. (2002). *Úvod do psychologie*. Praha: VŠ J. A. Komenského.
- Holoušová, D. (1986). Teorie učebních úloh D. Tollingerové. Její přínos a význam pro rozvoj marxistické pedagogiky a psychologie (1970–1980). In D. Tollingerová, et al., *K teorii učebních činností* (pp. 195–206). Praha: SPN.
- Klimeš, L. (2005). *Slovník cizích slov*. Praha: SPN.
- Lepil, O. (2001). *Fyzika pro gymnázia – Mechanické kmitání a vlnění*. Praha: Prometheus.
- Lepil, O., & Šedivý, P. (2000). *Fyzika pro gymnázia – Elektřina a magnetismus*. Praha: Prometheus.
- Sbírka řešených úloh z fyziky*. Dostupné z <http://www.fyzikalniulohy.cz>
- Svoboda, E., & Kolářová, R. (2006). *Didaktika fyziky základní a střední školy*. Praha: Karolinum.
- VÚP (2007). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: VÚP. Dostupné z <http://www.msmt.cz>
- Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus.

## Příloha II

### **Pedagogicko-psychologická diagnostika – velmi stručně**

---

#### **II.1 Úvod**

Kromě výchovy a vzdělávání je velmi důležitá i diagnostická činnost učitele. Proto jsme se v této diplomové práci zabývali i studiem odborné literatury týkající se základů pedagogicko-psychologické diagnostiky. To však nebylo hlavní náplní diplomové práce. V kapitole týkající se učebních úloh (kapitola 1) bylo potřeba se na pedagogicko-psychologickou diagnostiku odkazovat, proto jsme ji zařadili k Přílohám.

Zjišťování stavu vědomostí a dovedností žáka je součástí kvalitního výukového procesu, avšak tato diagnostická činnost je nelehkým úkolem každého učitele. Východiskem můžou být učební úlohy, které učiteli můžou kromě jiného sloužit jako zpětná vazba. Při jejich výběru se ale musí dbát na to, aby byly pro žáka přiměřeně náročné, nepřesahovaly jeho úroveň vědomostí nebo ji přesahovaly do takové míry, aby byly pro žáka ještě řešitelné. Právě tyto náročnější úlohy mohou být vhodnou motivací a výzvou, zejména pro žáka s tendencí dosáhnout úspěšného výkonu (viz část II.3). Ke studiu vědomostí a dovedností žáků nám slouží pedagogicko-psychologická diagnostika. Ta se zabývá poznáváním a hodnocením individuálních zvláštností osobností vychovávaného jedince (výchovných skupin) s orientací na návrhy na optimalizaci jejich rozvoje (Hrabal, 1989, s. 9). V následujícím textu velmi stručně uvádíme několik (pro naši práci podstatných) zjištění z prostudované literatury týkající se pedagogicko-psychologické diagnostiky.

#### **II.2 Předmět a cíle pedagogicko-psychologické diagnostiky**

Kromě zjišťování stavu výsledků žáka jako jednotlivce je nutné soustředit se na žáka i v jeho sociálních a výchovných podmínkách, s ohledem na žáka ve skupině svých spolužáků a na třídu jako celek. Dittrich (1992, s. 8) určuje jako předmět pedagogicko-psychologické diagnostiky jednak žáka v pedagogické situaci (tj.

v interakci s výchovnými a vzdělávacími činiteli), dále školní třídu i činnost jednotlivých učitelů a vychovatelů.

Hlavním cílem pedagogicko-psychologické diagnostiky je poznávání žáků, jejich dosavadních schopností a vědomostí a následné stanovení diagnózy. Na základě výsledků diagnózy může odborník předvídat další postup, chování, rozvoj jedince. Diagnostika může sloužit k odhalování příčin vzniklých nedostatků a k hledání jejich odstranění. Učitel má možnost na základě získaných výsledků zhodnotit svoji dosavadní práci, odhalit případné nedostatky a vypracovat postup své další činnosti, která bude směřovat k jejich nápravě. Diagnostika slouží také k objektivnímu hodnocení výsledků vzdělávání a k objektivní klasifikaci výkonu žáků. Existuje mnoho různých metod a postupů, které se při pedagogicko-psychologické diagnostice používají<sup>11</sup>. Pro účely této práce stačí, abychom se podrobněji zabývali hlavně *výkonovou motivací žáků*, které určitým způsobem souvisí s učebními úlohami. Zmíněným motivačním tendencím se věnuje následující část.

### II.3 Výkonová motivace žáků

Dle našeho názoru by učitel měl při výběru učebních úloh alespoň částečně přihlížet k individuálním schopnostem žáků. Proto je důležité, aby znal jejich základní motivační tendence. Způsoby a metodami, jakými může pedagog měřit výkonovou motivaci žáků, se zabývá *psychologická diagnostika výkonových potřeb*. Tou se v rámci této práce zabývat nebudeme, ale odkazujeme zde na publikaci Hrabal a Pavelková (1984) nebo Krykorková a Chvál (2007, s. 299–317), kteří se touto problematikou podrobně zabývají. Pro naše účely stačí uvést teoretické poznatky o chování žáků, u kterých převažuje jedna ze základních motivačních tendencí. V odborné literatuře (Hrabal, Pavelková, 1984, s. 74) se setkáváme se dvěma základními motivačními tendencemi u žáků:

- potřeba dosáhnout úspěšného výkonu
- potřeba vyhnoutí se neúspěchu

---

<sup>11</sup> Pro více informací viz například následující publikace: Ditttrich (1992), Hrabal (1989), Hrabal & Pavelková (2010), Chráška (1988), Krykorková & Chvál (2007).

Žáci, kteří mají tendenci dosáhnout úspěšného výkonu, jsou v hodinách aktivní, jsou soutěživí, každý úkol přijímají jako výzvu. Při řešení problému se nevzdávají a vytrvají až do zdárného konce. Nejraději řeší učební úlohy se střední obtížností, příliš jednoduché úlohy je nezajímají. Úlohy, které učitel vybírá pro tento typ žáků, by měly plně využívat jejich schopností.

Žáci s potřebou vyhnoutí se neúspěchu nevyhledávají soutěže, neradi se poměřují, vybírají si jednodušší úlohy, aby se vyhnuli možnému neúspěchu. Můžou-li si vybrat, zapojují se jen do takových úkolových situací, kdy mají jistotu, že všichni soupeři jsou slabší.

Jak můžeme vidět, aktivní řešení učebních úloh závisí kromě mnoha dalších faktorů i na konkrétní výkonové tendenci daného žáka. Její znalost může pedagogům sloužit k takové formulaci učebních úloh a otázek, aby byly přiměřené žakovým možnostem, aby žák pochopil, o co v dané úloze jde, co od něho učitel požaduje.

## Příloha III

### Souhlas nakladatelství Prometheus s publikováním učebních úloh

---

**PROMETHEUS, spol. s r. o., Čestmírova 10, 140 00 Praha 4**

Společnost je zapsaná v obchodním rejstříku Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 21875

Bc. Alica Kůrtiová  
Katedra didaktiky fyziky MFF UK  
V Holešovičkách 2  
180 00 Praha 8

Váš dopis značky/ze dne	Naše značka	Vyřizuje linka	Místo odeslání	Datum
	<b>D-R/2014</b>	<b>241 740 317</b>	<b>Praha</b>	<b>1.4.2014</b>

**Věc:** použití fyzikálních příkladů

Vážená paní Kůrtiová,

mohu Vám tímto oficiálně potvrdit, že nakladatelství Prometheus nemá námitek proti použití vybraných fyzikálních příkladů ze sbírek, k nimž má autorská práva, ve Vaší diplomové práci "Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací". Předpokládáme, že bude využito cca 20-30 naskenovaných řešených příkladů z jednotlivých fyzikálních sbírek s příslušnou citací zdroje. Rovněž nemáme námitek, aby práce byla (event. její části) prezentována na webu KDF MFF UK či na webové stránce FyzWeb.

S pozdravem



PaedDr. Bohuslav Rothanzl  
zástupce šéfredaktora