

Univerzita Karlova

Matematicko-fyzikální fakulta

# RIGORÓZNÍ PRÁCE



Mgr. Alica Kürtiová

## **Třídění fyzikálních úloh podle poznávacích operací a jejich využití ve výuce**

Katedra didaktiky fyziky

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

Studijní program: Fyzika

Studijní obor: Učitelství fyziky – matematiky pro SŠ

Praha 2018

Děkuji vedoucímu rigorózní práce RNDr. V. Žákovi, Ph.D. za odborné vedení práce, inspirace při konzultacích a expertní posouzení učebních úloh.

Dále děkuji paní RNDr. Z. Koupilové, Ph.D. za cenné rady a pomoc při tvorbě podpůrného materiálu pro tvůrce Sbírký řešených úloh.

Prohlašuji, že jsem tuto rigorózní 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 má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne .....

.....

Mgr. Alica Kůrtiová

Název práce: Třídění fyzikálních úloh podle poznávacích operací a jejich využití  
ve výuce

Autor: Mgr. Alica Kůrtiová

Katedra: Katedra didaktiky fyziky

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

Abstrakt: Tato rigorózní práce je rozšířením diplomové práce s názvem Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací. Rigorózní práce je zaměřena především na fyzikální úlohy, které jsou dostupné ve Sbírce řešených úloh (<http://reseneulohy.cz>). Hlavním cílem této práce je rozřadit jednotlivé úlohy této sbírky z hlediska poznávacích operací. Provedenou analýzou bylo zjištěno, že se zde s největší četností vyskytují úlohy rutinní, úlohy na dedukci a úlohy na syntézu. Naopak úlohy na třídění, na abstrakci, zobecňování a na konkretizaci se ve Sbírce řešených úloh téměř nevyskytují, a proto by dle našeho doporučení mohla být tato sbírka v budoucnu o tyto úlohy doplněna. Úlohy byly rozříděny na základě taxonomie Dany Tollingerové do sedmnácti kategorií. Pro tvůrce sbírky je hlavním přínosem této práce návod k zařazování nově vytvořených úloh do adekvátní kategorie poznávacích operací. Tento manuál kromě jiného obsahuje charakteristiku poznávacích operací a k nim ukázky konkrétních fyzikálních úloh s komentářem. Dalším cílem bylo vytvořit zadání čtyř písemných prací z fyziky (témata elektrostatika a elektrický proud) s důrazem na různé typy úloh z hlediska poznávacích operací.

Klíčová slova: fyzikální úloha, poznávací operace, taxonomie D. Tollingerové,  
Sbírka řešených úloh z fyziky

Title: Sorting Physics Tasks in Terms of Cognitive Operations and their Use  
in Teaching Practice

Author: Alica Kůrtiová

Department: Department of Physics Education

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

Abstract: This doctoral thesis is an extension of the diploma thesis entitled Physics Problems for Development of Various Cognitive Operations. The thesis focuses mainly on physical tasks available in the Collection of Solved Problems (<http://physicstasks.eu>). The main aim of this work is to sort individual tasks of the Collection in terms of cognitive operations. The analysis showed that the largest number of tasks involved are tasks requiring routine calculations, deduction and tasks focused on synthesis. However, tasks requiring categorization and classification, abstraction and generalization and tasks aiming at specification are almost absent in the Collection of Solved Problems, and therefore, according to our recommendation, these tasks could be added in the future. Tasks were categorized according to the taxonomy by D. Tollingerová into seventeen categories. The main benefit of this work for the creators of the Collection is to guide the categorizing of newly created tasks to the corresponding category of cognitive operations. This manual includes, among other things, cognitive operations' characteristics and demonstrations of specific physical tasks with commentaries. Other aim was to create four tests (topics Electrostatics and Electricity) with an emphasis on different types of tasks in terms of cognitive operations.

Key words: physical task, cognitive operation, taxonomy by D. Tollingerová,  
Collection of Solved Problems

## Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
<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 .....	13
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 .....	16
2.2.1 Revize Bloomovy taxonomie podle Edwarda B. Frye .....	19
2.2.2 Taxonomie učebních úloh D. Tollingerové .....	20
<b>3 Poznávací operace</b> .....	<b>23</b>
3.1 Kognitivní úrovně podle H. Krykorkové .....	23
3.2 Poznávací operace, kterými se zabývá tato práce .....	24
3.3 Charakteristika poznávacích operací .....	26
3.3.1 Úlohy na zjišťování faktů .....	27
3.3.2 Úlohy na analýzu (rozbor) .....	28
3.3.3 Úlohy na syntézu (skladbu) .....	28
3.3.4 Úlohy na porovnávání a rozlišování .....	29
3.3.5 Úlohy na třídění .....	29
3.3.6 Úlohy na zjišťování vztahu mezi fakty .....	30
3.3.7 Úlohy na abstrakci a zobecňování .....	30
3.3.8 Úlohy na konkretizaci .....	31
3.3.9 Úlohy rutinní .....	31
3.3.10 Úlohy na překlad, transformaci .....	32
3.3.11 Úlohy na výklad, vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění .....	32
3.3.12 Úlohy na vyvozování (indukci) .....	32

3.3.13 Úlohy na odvozování (dedukci).....	33
3.3.14 Úlohy na dokazování, ověřování .....	33
3.3.15 Úlohy na hodnocení .....	34
3.3.16 Úlohy na řešení problémových situací.....	34
3.3.17 Úlohy na objevování na základě vlastních úvah.....	35
<b>4 Poznávací operace a Sběrka řešených úloh z fyziky.....</b>	<b>36</b>
4.1 Důvody ke třídění úloh ve Sběrce a jeho postup.....	36
4.2 Složení Sběrky z hlediska poznávacích operací.....	37
<b>5 Písemné práce s důrazem na různé typy úloh z hlediska</b>	
<b>poznávacích operací.....</b>	<b>44</b>
5.1 Písemná práce – téma elektrostatika.....	45
5.1.1 Komentář k jednotlivým úlohám písemné práce .....	50
5.1.2 Správné řešení písemné práce.....	52
5.2 Písemná práce – téma elektrický proud.....	54
5.2.1 Komentář k jednotlivým úlohám písemné práce .....	59
5.2.2 Správné řešení písemné práce.....	62
5.3 Písemná práce – téma elektrický odpor, Ohmův zákon .....	64
5.3.1 Komentář k jednotlivým úlohám písemné práce .....	69
5.3.2 Správné řešení písemné práce.....	70
5.4 Písemná práce – téma výsledný odpor rezistorů, reostat.....	72
5.4.1 Komentář k jednotlivým úlohám písemné práce .....	77
5.4.2 Správné řešení písemné práce.....	79
<b>Závěr.....</b>	<b>81</b>
<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>84</b>
<b>Příloha .....</b>	<b>86</b>

## Úvod

V dnešní době se nejen v médiích, ale i v soukromých rozhovorech učitelů, rodičů a studentů často setkáváme s diskuzí na různá témata z oblasti českého školství. Nejednou jsme již zřejmě slyšeli názory, že vzdělávací programy jsou přeplněné, a proto učitelé ve výuce a při hodnocení žáků kladou hlavní důraz na jejich teoretické znalosti. Na osvojování jiných dovedností, jako je například vytváření hypotéz, jejich obhajoba, práce s reálnými daty a grafy, posouzení výsledků měření, a na mnohé jiné již nezbývá prostor.

Co je skutečnou příčinou tohoto přístupu? Sama jsem učitelka, a dle mého názoru je jedním z důvodů nerovnováha mezi časovou dotací daných předmětů a objemem látky, jež je nutné probrat. Učitelé mají potom potřebu sdělit žákům všechno, co je v učebnici, ve školním vzdělávacím programu nebo dokonce v požadavcích k maturitní zkoušce, nezastavit se, a hlavně rychle dospět ke zdárnému konci, čímž v tomto případě bude asi to, že do konce školního roku zmínili a vysvětlili žákům všechno to, co museli, a případně něco navíc. Je sice pravda, že ochudit žáka, který se mimo jiné připravuje na přijímací zkoušky na střední nebo vysokou školu, o tyto informace by správné nebylo, je ale tento způsob výuky dostatečně kvalitní? Nevede to spíše k *encyklopedismu*, který Průcha et al. (2001, s. 62) vysvětlují 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, Husník & Doubrava, 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 (mimo jiné do roku 2008 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 uplatnit nabyté vědomosti nebo naučenou rutinu, avšak mají problémy v případech, kdy musejí použít jiný postup, než který se naučili“. Je evidentní, že se děti mnoho věcí naučí nazpaměť, avšak poznatkům neporozumí.

Školský systém, ať s ním souhlasíme nebo ne, v této chvíli nezměníme, ale co kdybychom se na chvíli zastavili a zamysleli se nad starým známým příslovím: *Daruješ-li člověku rybu, nakrmíš ho na jeden den. Naučíš-li ho lovit, dáš mu potravu pro celý život.* Naučme žáky a studenty samostatně myslet a aktivně a kriticky přistupovat k tomu, co jsme je naučili! Vhodné by bylo, kdyby naši žáci nejen znovu reprodukovali teoretické znalosti, ale uměli s nimi dále pracovat. Aby se takto nezatěžovali jen izolovanými poznatky, ale uměli je propojit, najít souvislosti a případně něčím samostatně k danému tématu přispět. Jak na to? Před několika lety jsem se touto otázkou také zabývala, konkrétně před tím, než jsem si zvolila téma svojí diplomové práce. Společně s mým vedoucím práce jsme dospěli k tomu, že jedním z možných řešení tohoto problému je zařazování různých typů učebních úloh do výuky, které již roztřídila a zpracovala před mnoha lety Dana Tollingerová.

Učební úlohy jsou nepostradatelnou součástí vyučovacích hodin. Mohou se totiž pro učitele stát nástrojem řízení učení, podněcovat žáky k aktivitě. Napomáhají k rozvoji žádoucích vlastností žáka jako je například cílevědomost, systematickosti, svědomitost a soustředěnost. V neposlední řadě mohou sloužit k naplňování a kontrole učitelem stanovených výukových cílů. Výběr učebních úloh se často uskutečňuje podle probíraného tématu. Domníváme se, že stejně důležitý je výběr úloh také 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 mohou být nápomocné právě učební úlohy zaměřené nejen na poznatkovou úroveň, ale i k využívání znalostí v nových situacích. Touto problematikou se zabývala má diplomová práce s názvem *Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací*<sup>1</sup>, na kterou tato rigorózní práce navazuje a je vlastně jejím rozšířením.

V následujících odstavcích jsou vypsány hlavní cíle rigorózní práce, dále je zde uvedeno, které části diplomové práce byly do této práce převzaty a v neposlední

---

<sup>1</sup> Podrobněji viz diplomovou práci *Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací*, která je dostupná na [www.cuni.cz](http://www.cuni.cz) v Repozitáři závěrečných prací.

řadě jsou zde zmíněny důvody, proč byly určité části textu diplomové práce zcela vynechány. Za hlavní cíle této rigorózní práce bylo stanoveno:

- Roztřídit fyzikální úlohy ve Sbírce řešených úloh<sup>2</sup> z fyziky, která je dostupná na <http://reseneulohy.cz>, podle poznávacích operací.
- Vytvořit podpůrný materiál pro tvůrce Sbírky řešených úloh obsahující základní informace o úlohách k rozvoji různých poznávacích operací a o procesu jejich třídění.
- Vytvořit čtyři zadání písemných prací z fyziky určených žákům 8. ročníku ZŠ nebo odpovídajícímu ročníku víceletých gymnázií s důrazem na různé typy úloh z hlediska poznávacích operací.

Z důvodu, že jsou *učební úloha* a *poznávací operace* klíčovými pojmy této práce, je *první kapitola* věnována učebním úlohám. Rozebírají se zde jejich typické znaky, význam, funkce a možnosti využití ve výuce fyziky. *Druhá 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. Zmíněné dvě kapitoly byly převzaty z diplomové práce a jen mírně, spíše formálně upraveny. *Třetí kapitola* pojednává o poznávacích operacích. Jsou zde uvedeny jejich vymezení a jejich základní znaky. Tato kapitola byla zčásti převzata z textu diplomové práce, zčásti doplněna a upravena (bude upřesněno v podkapitolách 3.2 a 3.3). Jedním z cílů rigorózní práce bylo roztřídit úlohy ve *Sbírce* dostupné na <http://reseneulohy.cz> podle poznávacích operací. O tom, proč byla *Sbírka* tímto způsobem tříděna, o procesu třídění a složení sbírky podle poznávacích operací, pojednává *kapitola čtvrtá*. Tvorba podpůrného materiálu pro tvůrce *Sbírky* obsahujícího základní informace o úlohách vhodných k rozvoji různých poznávacích operací a o způsobu jejich třídění byla druhým cílem této práce. Podpůrný materiál lze nalézt v *Příloze*. Posledním cílem rigorózní práce bylo vytvořit čtyři zadání písemných prací z fyziky určených žákům 8. ročníku ZŠ nebo odpovídajícímu ročníku víceletých gymnázií s důrazem na různé typy úloh z hlediska poznávacích operací. Zadání a komentář těchto písemných prací jsou uvedeny v *páté kapitole*.

---

<sup>2</sup> V této práci bude pro Sbírku řešených úloh dále použito označení *Sbírka*.

# 1 Učební úloha

Učební úlohy můžeme považovat za jednu 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 práce je nezbytné věnovat teorii učebních úloh větší pozornost. Tato kapitola je proto věnována vymezení pojmu *učební úloha* a jedna její část (viz 1.6) 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 vymezení shodují, příp. 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, Walterová & Mareš, 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, Filová & Šimoník, 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 et al. (2001), Helus et al. (1979) i Švec et al. (1996) kladou největší důraz na to, že učební úlohy slouží k dosažení určitého výukového cíle. Kromě tohoto aspektu, jak si můžeme všimnout ve vymezení Heluse et al. (1979) a Holoušové (Kalhous & Obst, 2002), 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 je možné si všimnout 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, 1997). Helus et al. (1979) nebo Průcha et al. (2001) však tento pojem vysvětlují poněkud 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 hledá 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 jsou jejich vlastnosti. 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 ke 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 žákovu 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 žákovu 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 žákovou potřebou úspěšného výkonu. 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, měla by se učební úloha vyznačovat výše zmíněnými vlastnostmi. Jednou z nich je právě *stimulační parametr*, který sehraje důležitou roli při navozování žákovy činnosti. Jak už bylo zmíněno výše, tento parametr může být

podpořen i formální stránkou úlohy. Následující část textu je proto věnována různým formám učebních úloh.

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

Existují různá kritéria, podle 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 vymezit 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, který uvádí přesnou 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 (Šimoník, 2003, s. 28), například na úlohy *osobní* (jsou zaměřeny na sdělení postojů nebo pocitů žáků) a *věcné* (ptají se na objektivní skutečnosti). Toto dělení zde uvádíme jen informativně, ale nebudeme se jím podrobněji zabývat, protože je pro účely této práce irelevantní<sup>3</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 střídat 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 *nonverbální* formy 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 mohou 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 žáka, mohou 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

---

<sup>3</sup> Další kritéria třídění učebních úloh viz například Vaculová, Janík, & Trna (2008, s. 35–39) nebo Tollingerová et al. (1986, s. 11–16).

forma učebních úloh z hlediska hodnocení k těm nejobjektivnějším, protože většinou mají všichni žáci zajištěné stejné požadavky a stejná kritéria.

## 1.4 Funkce učebních úloh

V předchozích částech jsme se už zabývali tím, co je učební úloha a na základě kterých vlastností můžeme učební úlohy posuzovat. Stručně jsme se zmínili i o tom, jakým způsobem je možné vhodně formulovat učební úlohy, aby splňovaly jazykové, obsahové i didaktické požadavky, a uvedli jsme i jejich základní formy. Až doposud jsme se podrobněji nezabývali jejich funkcemi, což je cílem následujícího textu. D. 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*, jímž lze žákovu činnost řídit

Podle Švece, Filové a Šimoníka (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 výuku 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, mohou 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 et al.). 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 (viz 1.1) vymezuje učební úlohu Helus et al. (1979).

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. (viz podkapitulu 2.2). 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 důležitost je několikrát zmíněná v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (viz *RVP G*, 2007, např. s. 12). Učební úlohy napomáhají žákům osvojovat si fyzikální 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. Mohou mu například sloužit k ověření, zda byly splněny stanovené výukové cíle, tedy jako relativně spolehlivá zpětná vazba<sup>4</sup>.

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 hodnocení* Bloomovy taxonomie (viz 2.2).

Jak bylo zmíněno 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 tvrdí Komenský (1946, s. 46), mělo by se postupovat „od nečetných, od krátkých, jednoduchých, obecných, blízkých, pravidelných a ponenáhlu postupovati k četnějším, věcem obsírnějším, složenějším, zvláštějším, odlehlejšími a nepravidelnými“. To znamená, že bychom měli vybírat nejdříve úlohy, které od žáka vyžadují pouze znovupoznání a reprodukci poznatků až po úlohy vyžadující složitější poznávací operace, tvořivé řešení.

V předchozích podkapitolách jsme vymezili pojem *učební úloha*, uvedli jsme její typické znaky, formy, význam atd. Na závěr první kapitoly se budeme podrobněji věnovat ještě jednomu pojmu, a tím je pojem *otázka*. I když se pojmenování *otázka* a *učební úloha* v běžné výuce často zaměňují, odborníci tyto termíny rozlišují. Vzhledem k tomu, že se tato práce zabývá teorií a tříděním učebních úloh a pojem *otázka* s učební úlohou velmi úzce souvisí, budeme se *otázkami*, jejich klasifikací a funkcemi zabývat v následující podkapitole 1.6.

---

<sup>4</sup> To se ovšem nemusí nutně podařit v každém případě a u každého žáka z toho důvodu, že danou úlohu lze někdy řešit více způsoby a může být řešena využitím různých poznávacích operací.

## 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 & Krivohlavý, 1995, s. 73). Vymezením otázek se zabývali i jiní autoři (např. Švec et al., 1996), avšak pro účely této rigorózní 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 (Nikl, 1997, s. 50), o kterých se nyní zmíníme. Délka a náročnost otázky 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. Podle Nikla (1997) by měla být otázka jednoznačná, tj. měla by být srozumitelně a přesně formulována. Jsme ale toho názoru, že i odpovědi žáků na nejednoznačně formulované otázky mohou učitelům poskytnout cennou zpětnou vazbu. Takové otázky totiž nabízejí velké spektrum odpovědí, a učitel tak může lépe pochopit smýšlení nebo postoje jednotlivých žáků k dané problematice. Na závěr první kapitoly uvádíme klasifikaci a funkce otázek.

## 1.6.1 Klasifikace otázek

Otázka patří k základním prvkům verbální komunikace mezi pedagogem a žáky. Otázky kladené ve výuce bychom mohli považovat za uměle vytvořené<sup>5</sup>, protože je často učitel promýšlí před výukou a jsou tvořeny s přihlédnutím na specifické cíle (Krykorková, 2011a). Stejně jako učební úlohy 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 typicky 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 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. 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.

---

<sup>5</sup> Kromě těchto otázek se můžeme pochopitelně setkat i s takovými, které přímo nesouvisí s obsahem a cíli výuky, ale slouží například k organizaci výuky a k napomínání žáků (Níkl, 1997, s. 50).

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 třídění 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 v mnohém připomíná různé úrovně taxonomie D. Tollingerové<sup>6</sup> (viz 2.2.2). Například *interpretační* otázky nalezneme u operace *zjišťování vztahu mezi fakty* (viz 3.3.6). S *analytickými* a *syntetickými* otázkami se setkáváme v úlohách zaměřených na *rozbor* a *skladbu* (viz 3.3.2 a 3.3.3) a otázky *evaluační* souvisí s poznávací operací *hodnocení* (viz 3.3.15).

## 1.6.2 Funkce otázek

V této části jsou shrnuty některé funkce otázek, které považujeme za nejdůležitější. Podle Krykorkové (2011a) sem především patří to, že otázky *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 podkapitole 1.6.

---

<sup>6</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

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 přípravě na výuku, ale také během výuky. Díky výukovým cílům totiž učitel ví, kam má jeho činnost směřovat, proč a kdy má učinit určité kroky a jaké úkolové situace vytvářet. Pro účely této práce je ale nutné položit si otázku, jaká je souvislost mezi specifickými výukovými 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>7</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

---

<sup>7</sup> Využili jsme hlavně článek v časopisu *Pedagogická orientace* (Vaculová, Janík & Trna, 2008, s. 35–55) a publikaci Svobody a Kolářové (2006, s. 13–23).

vzdělávacího programu pro gymnázia (viz *RVP G*, 2007, s. 8) je hlavním cílem výuky osvojení vědomostí, dovedností a postojů. Při jejich osvojování mají významné postavení učební úlohy. Aby učební úlohy plnily určité 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 rigorózní 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 (1970, s. 20–21)
- taxonomie postojových cílů B. Niemierka (viz Horák et al., 1994, s. 26)
- taxonomie hodnotových cílů podle D. R. Krathwohla et al. (1964, s. 196)

Tato práce se zabývá analýzou a výběrem učebních úloh se zaměřením na poznávací operace. Z tohoto důvodu je účelné zabývat se hlavně taxonomií poznávacích cílů a taxonomií učebních úloh podle náročnosti poznávacích 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.

## 2.2 Bloomova taxonomie poznávacích cílů

Za nejznámější pokus o hierarchicky uspořádanou klasifikaci poznávacích cílů je považována taxonomie B. S. Blooma, která je zaměřená na přímou kognitivní činnost žáka a která se stala inspirací pro mnoho novějších taxonomií. Původní verze (Bloom, 1956, s. 204–207) 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 tab. 1 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 et. al., 1996)

Cílová kategorie (úroveň osvojení)	Typická slovesa a jejich vazby používané k vymezení cílů
<p><b>1. Zapamatování (znalost) specifických informací</b> terminologie a specifická fakta, klasifikace a kategorizace, kritéria, obecné poznatky a generalizace v oboru teorie a struktur</p>	<p>definovat, doplnit, napsat, opakovat, pojmenovat, popsat, přiřadit, reprodukovat, seřadit, vybrat, vysvětlit, určit</p>
<p><b>2. Pochopení (porozumění)</b> překlad z jednoho jazyka do druhého, převod jedné formy komunikace do druhé, jednoduchá interpretace, extrapolace (vysvětlení)</p>	<p>dokázat, jinak formulovat, ilustrovat, interpretovat, objasnit, odhadnout, opravit, přeložit, převést, vyjádřit vlastními slovy, vyjádřit jinou formou, vysvětlit, vypočítat, zkontrolovat, změřit</p>
<p><b>3. Aplikace</b> použití abstrakcí a zobecnění (teorie, zákony, principy, pravidla, metody, techniky, postupy, obecné myšlenky v konkrétních situacích)</p>	<p>aplikovat, demonstrovat, diskutovat, interpretovat údaje, načrtnout, navrhnout, plánovat, použít, prokázat, registrovat, řešit, uvést vztah mezi, uspořádat, vyčíslit, vyzkoušet</p>
<p><b>4. Analýza</b> 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> 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 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> 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 následujícím odstavci uvedeme vysvětlení jednotlivých úrovní (podle Svobody & Kolářové, 2006, s. 17–21):

Na první úrovni *zapamatování specifických informací* 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 *pochopení* předpokládá, že žák umí poznatky vyjádřit jinak než učitel, umí přejít od slovního k symbolickému zápisu a naopak, interpretovat materiálové konstanty, řešit úlohu svým vlastním 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 se jedná o dovednost demonstrovat jev, diskutovat různé možnosti řešení zadaných úloh, 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 k efektivitě 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 v českém prostředí 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 (viz Holušová, 1986, s. 196). 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

##### 1.1.1 znalost terminologie

##### 1.1.2 znalost specifických faktů

#### 1.2 znalost způsobu a smyslu užívání specifík

##### 1.2.1 znalost konvencí

##### 1.2.2 znalost vývojových směrů a následností

##### 1.2.3 znalost klasifikací a kategorií

##### 1.2.4 znalost kritérií

##### 1.2.5 znalost metodologie

#### 1.3 znalost univerzálií a abstrakcí v oboru

##### 1.3.1 znalost principů a generalizací

##### 1.3.2 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 může být 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 úrovně (např. znalostní) a ostatním, složitějším kognitivním úrovním bychom se věnovali v nedostačující 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 mohou 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, Kulič & Kněžů, 1966). Podle D. 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 základě vypracovala členění učebních úloh, které uspořádala do kategorií podle poznávacích 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 poznatků
  - 2.1 zjišťování 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 poznatků
  - 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 sensorické bázi)
  - 5.5 objevování na základě vlastních úvah (na racionální bázi)

Taxonomie D. 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>8</sup>. Čtvrtá kategorie (*úlohy vyžadující sdělení poznatků*) a pátá kategorie (*úlohy vyžadující tvořivé myšlení*) jsou v této taxonomii v určitém smyslu specifické. Uvedme, 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 nejkompaktnější ze všech. 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 plánování a vymýšlení různých strategií a postupů. Výsledkem úlohy by mělo být něco, co je pro žáka nové.

---

<sup>8</sup> Podobnost mezi prvními třemi kategoriemi taxonomie Tollingerové a upravené Bloomovy taxonomie podle Frye je dle našeho názoru zřejmá. Proto jejich porovnání přenecháme čtenáři.

## 3 Poznávací operace

Ve vyučovacím procesu by každá činnost pedagoga měla mít své opodstatnění, každý 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 poznávacích operací adekvátní žakovým schopnostem. Učitel potom vhodným a předem promyšleným výběrem úloh stimuluje žakovu pozornost a aktivitu.

### 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 věci (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 připsování 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 Poznávací operace, kterými se zabývá tato práce**

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 diplomové práce *Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací* (obhájena roku 2014), na kterou tato rigorózní práce navazuje, bylo vytvořit materiál s učebními úlohami z fyziky pro učitele středních škol (viz Kúrtiová, 2014, s. 51 – příloha I), proto se výběr úloh soustřeďoval hlavně na kognitivní úroveň II. V době, kdy byla psána diplomová práce, jsme se zamýšleli nad tím, které typy učebních úloh taxonomie D. Tollingerové bychom mohli zařadit ke kognitivní úrovni II, aby úrovní víceméně odpovídaly úrovni učebních úloh středních škol, resp. gymnázií. Dle našeho uvážení s touto úrovní nejvíce souvisí třetí a částečně druhá kategorie taxonomie učebních

úloh. Z tohoto důvodu se zmíněná diplomová práce zaměřila hlavně na následujících jedenáct typů učebních úloh taxonomie D. Tollingerové<sup>9</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, užitek, 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 se diplomová práce zabývala především výše zmíněnými jedenácti typy úloh. Přesto je nutné zmínit, že je i rozvoj jednodušších úrovní u žáků 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

---

<sup>9</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.



druhé a třetí kategorie do výuky je důležité k lepšímu porozumění fyzikálním zákonům a dějům.

V diplomové práci jsme se tedy zabývali výše zmíněnými jedenácti typy poznávacích operací. Jedním z cílů navazující rigorózní práce je rozřadit učební úlohy vyskytující se ve *Sbírce* do několika kategorií podle poznávacích operací, na které jsou zaměřeny. Provedenou analýzou *Sbírk*y bylo zjištěno, že se v ní kromě výše vyjmenovaných jedenácti poznávacích operací vyskytuje i několik úloh vyžadujících tvořivé myšlení (5. kategorie, viz 2.2.2), a to konkrétně *úlohy na řešení problémových situací* (typ 5.2) a *úlohy na objevování na základě vlastních úvah* (typ 5.5). Z tohoto důvodu byla původní podkapitola *Charakteristika poznávacích operací* diplomové práce (viz Kürtiová, 2014, s. 27–38) doplněna o charakteristiky poznávacích operací 5.2 a 5.5. Kromě toho bylo rozhodnuto, že se úlohy na *analýzu a syntézu* (typ 2.4) nebudou řadit pod jednu poznávací operaci, jak to bylo v taxonomii podle D. Tollingerové, ale rozdělí se na úlohy zaměřené na *analýzu*, nebo úlohy zaměřené na *syntézu*. Stejně tak úlohy zaměřené na *abstrakci, konkretizaci a zobecňování* (typ 2.8) byly rozděleny do dvou skupin, a to úlohy na *konkretizaci* a úlohy na *abstrakci a zobecňování*. Dle našeho pozorování se kromě výše zmíněných úloh další typy úloh čtvrté a páté kategorie D. Tollingerové zatím ve *Sbírce* nenacházejí. To souvisí s povahou těchto úloh. Pokud jde o úlohy 4.1 až 4.3, tak ty by mohly být využívány spíše 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.

### 3.3 Charakteristika poznávacích operací

V předchozím textu byl vícekrát zmíněn pojem *poznávací* (resp. *myšlenková, kognitivní*) *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>10</sup>

---

<sup>10</sup> Převzato z *Myšlení, myšlenkové operace a řešení problémů* (dostupné z <http://www.studium-psychologie.cz>).

Cílem autorčiny diplomové práce *Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací* byla příprava materiálu pro učitele středních škol, který obsahuje základní informace o některých poznávacích operacích. 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 použité literatury) podrobněji nezabýval charakteristikami samotných poznávacích operací. Autoři se zabývali hlavně popisem obecnějším, tj. například popisem celých poznávacích úrovní. Proto byly v rámci zmíněné diplomové práce sepsány charakteristiky některých poznávacích operací taxonomie D. Tollingerové. Při tom 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 publikace Svobody a Kolářové (2006). Vzhledem k tomu, že jedním z cílů rigorózní práce bylo roztřídit úlohy ve *Sbírce* podle poznávacích operací, uvádíme zde charakteristiky jen těch operací, které se úloh ve *Sbírce* bezprostředně týkají. Některé charakteristiky byly již zpracovány v diplomové práci, proto jsou zde uvedeny v nezměněné podobě. Původní třetí kapitola autorčiny diplomové práce obsahovala také seznam vzorových úloh k daným poznávacím operacím. Tyto úlohy byly převzaty především z učebnic a sbírek určených pro gymnázia (podrobněji viz Kúrtiová, 2014, s. 27–38).

Názvy některých poznávacích operací byly pro účely *Sbírk*y mírně upraveny, resp. zjednodušeny. Tyto upravené názvy jsou uvedeny v nadpisech následujících oddílů (nebo přímo ve *Sbírce*). Původní názvy podle D. Tollingerové jsou uvedeny v oddílu 2.2.2.

### 3.3.1 Úlohy na zjišťování faktů

Úlohy na zjišťování faktů patří dle D. Tollingerové (1986) k úlohám, které vyžadují jednoduché myšlenkové operace s poznatky. Může se jednat například o vyhledávání informací v tabulkách nebo jiné odborné literatuře, čtení hodnot z grafu nebo popis schémat. Dále může být úkolem na základě dat získaných z grafu nebo tabulky provést jednoduchý výpočet. S úlohami tohoto typu se nejčastěji setkáváme na základní škole. Co se týče Bloomovy taxonomie (viz 2.2), tato poznávací operace spadá hlavně pod úroveň *aplikace a pochopení* nebo mohou být některé úlohy také řazeny mezi *analytické*.

### 3.3.2 Úlohy na analýzu (rozbor)

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 zaměření 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.

*Analýza* je přímo čtvrtou úrovní Bloomovy taxonomie poznávacích cílů.

### 3.3.3 Úlohy na syntézu (skladbu)

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 poměrně složité oddělit analýzu od syntézy a naopak, proto často uvádíme, že se jedná o analyticko-syntetickou strategii řešení úlohy.

*Syntéza* je pátou úrovní Bloomovy taxonomie poznávacích cílů.

### 3.3.4 Úlohy na porovnávání a rozlišování

Už z názvu těchto poznávacích operací může být intuitivně zřejmé, co si pod nimi představit. Přesto zde uvádíme podrobnější charakteristiku. Porovnávání (komparace) a rozlišování (diskriminace) 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. Uvedme 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. rozdílné znaky objektů (jevů), je nezbytné, aby příslušnou fyzikální problematiku znal. Porovnávání a rozlišování jsou tedy poznávací operace, které spadají zejména pod první úroveň *znalost* a druhou úroveň *porozumění* Bloomovy taxonomie.

### 3.3.5 Úlohy na třídění

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.

### 3.3.6 Úlohy na 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 účinek určitého objektu na jiný objekt apod. Úlohy, které vyžadují zjišťování příčiny nebo následku, jsou důležitým předpokladem k rozvoji poznávací operace *hodnocení* (viz 3.3.15). 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 součástí 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 a 3.3.3).

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*.

### 3.3.7 Úlohy na abstrakci a zobecňování

*Abstrakci* (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 abstrakci rozumět i přechod od zkušenosti žáků získané během experimentování k teoretickým poznatkům, které jsou obecně platné. Rozvoj abstraktního myšlení je ve fyzice 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 a indukci.

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

### 3.3.8 Úlohy na konkretizaci

*Konkretizace* je antonymem k *abstrakci* a znamená upřesnění. Úlohy zaměřené na konkretizaci vyžadují například přechod od vztahů obecnější teorie ke vztahům speciálním, např. přechod od vztahů speciální teorie relativity, kde po zanedbání členů vyšších řádů můžeme přejít k vztahům klasické fyziky.

Poznávací operace uvedené v částech 3.3.7 a 3.3.8 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, zobecňování a konkretizaci realizuje částečně například i *analýza*, proto bychom je v některých případech mohli považovat za operace složitější.

### 3.3.9 Úlohy rutinní

Úlohy tohoto typu se vyznačují hlavně tím, že se žáci při jejich řešení mohou často spoléhat jen na aplikaci hotových postupů, předem naučených algoritmů. Po nalezení určité techniky řešení si žák tento způsob osvojí a na základě toho může vyřešit mnoho úloh stejného typu. Zadání obsahuje většinou neznámé veličiny a výsledkem není například nalezení vztahu nebo sestavení grafu apod., ale číselná hodnota (s příslušnou fyzikální jednotkou). Přestože se jedná vlastně o memorování početních postupů, pouhé dosazení do známého vzorečku, nelze říct, že by byly tyto úlohy nepotřebné. Rozvíjí totiž pohotové reakce žáka na zadání a slouží především k procvičení probírané látky. Za další pozitivum bychom mohli považovat to, že si žák může na základě spočtených kvantitativních hodnot lépe uvědomit, zda mají pro danou fyzikální veličinu praktický význam násobné nebo dílčí jednotky apod. Jako příklad lze ve *Sbírce* uvést úlohu č. 273 (*Propojení dvou kondenzátorů*), kde je vidět, že kapacita kondenzátorů se uvádí řádově v mikrofaradech. Naopak frekvence částí spektra elektromagnetického záření se uvádí v megahertzích nebo gigahertzích, viz ve *Sbírce* úlohu č. 631 (*Energie kvanta*).

Je ale zřejmé, že k rozvoji vyšších kognitivních úrovní by měla výuka zahrnovat i úlohy jiné, nerutinní, které navozují nový problém a přesahují tradiční, naučené způsoby řešení.

### 3.3.10 Úlohy na překlad, transformaci

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

### 3.3.11 Úlohy na výklad, vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění

*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 (v tomto případě daná poznávací operace souvisí také s poznávací operací 3.3.6)
- objasnění smyslu využívání určitých zařízení a přístrojů
- zdůvodnění použití určitého postupu při měření, výpočtu apod.

### 3.3.12 Úlohy na vyvozování (indukci)

*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 3.3.3). 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 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 častěji 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 úrovní *syntéza* i *aplikace* Bloomovy taxonomie.

### 3.3.13 Úlohy na odvozování (dedukci)

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. V podstatě se jedná o 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.

### 3.3.14 Úlohy na dokazování, ověřování

*Dokazováním* nebo *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 domníváme se, že 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...“ apod.



### 3.3.15 Úlohy na hodnocení

Neméně důležité postavení ve výuce má rozvoj žákova *hodnocení* (například metod, postupů, technik, realističnosti výsledků aj.). *Hodnocení* je přímo jednou z úrovní Bloomovy taxonomie (viz 2.2). 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).

### 3.3.16 Úlohy na řešení problémových situací

Podle Svobody a Kolářové (2006, s. 66) je problémová situace překážka, kterou si žák uvědomuje a k jejímuž překonání potřebuje tvůrčí hledání nových poznatků, činností či způsobů jednání, protože ji nelze vyřešit okamžitě na základě dosavadních vědomostí, dovedností ani pomocí nějakého algoritmu. Ve výuce fyziky se jedná například o úlohy s neúplným zadáním – žák si musí některé další informace vyhledat, odhadnout nebo zjistit experimentálně. Tyto úlohy podporují rozvoj myšlení. Žák se učí překonávat obtíže a řešit nečekané situace, a proto bychom mohli říct, že se z něj v průběhu řešení problémové úlohy stává do jisté míry „badatel“ nebo „vědec“. Úlohy zaměřené na řešení problémových situací jsou většinou časově náročné, proto se dle našeho názoru ve výuce využívají spíše k motivaci nebo jako dobrovolné úkoly, ne však jako běžná součást výuky.

Úlohy na řešení problémových situací zařadila D. Tollingerová ve své taxonomii do páté kategorie. Úlohy, které sem patří, jsou nejkomplexnější a předpokládají aktivní využívání předešlých poznávacích operací. Žák musí tyto operace samostatně kombinovat do složitějších struktur. Důležitý je i proces

plánování a vymýšlení nových postupů. Kvůli tomu se při jejich řešení mohou uplatnit vlastně všechny úrovně Bloomovy taxonomie.

### 3.3.17 Úlohy na objevování na základě vlastních úvah

Úlohy tohoto typu jsou stejně jako úlohy na řešení problémových situací (viz 3.3.16) zařazeny do páté kategorie taxonomie D. Tollingerové. Od žáka vyžadují tvůrčí přístup a originální nápady. V procesu jejich řešení se od žáka nejdříve očekává vyslovení určité hypotézy a dále formulace argumentů pro její obhajobu, nebo naopak pro její vyvrácení. Nemusí se však jednat o úlohy slovní. Zmíněné objevování lze samozřejmě často provést i pomocí matematických výpočtů. Z toho je zřejmé, že se jedná o úlohy pracnější, časově náročné a vyžadující aplikaci i jiných postupů, jako například indukce a dedukce, kterými se zabývaly části 3.3.12 a 3.3.13. Dále zde uvádíme typické otázky, které jsou pro zadání tohoto typu úloh charakteristické (některé otázky byly převzaty ze zadání konkrétních úloh ze *Sbírký*):

- Mohlo by nastat...?
- Je možné, aby...?
- Jaká podmínka musí být splněna, aby...?
- Jakou maximální/minimální hodnotu může mít..., aby...?
- Jak bychom mohli experimentálně prokázat, že...?
- Odhadněte a změřte...! (týká se experimentování, což souvisí také s poznávací operací 5.4, viz 2.2.2)
- Je reálné, aby...?
- Jaké jsou výhody a nevýhody...?

Některé z těchto otázek jsou samozřejmě charakteristické i pro poznávací operaci *hodnocení* (viz 3.3.15). Tato poznávací operace (a také další z páté kategorie D. Tollingerové) je typická zejména pro heuristickou metodu výuky (podrobněji viz Svoboda & Kolářová, 2006, s. 78).

## 4 Poznávací operace a Sbírka řešených úloh z fyziky

*Sbírka řešených úloh* (dále jen *Sbírka*) vznikla v roce 2006 na Katedře didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy a do současné doby obsahuje více než tisíc úloh z různých oblastí fyziky a matematiky. Postupně je doplňována také o úlohy z některých partií vysokoškolské matematiky. *Sbírka* je dostupná na adrese <http://reseneulohy.cz>. V následujících podkapitolách je popsána analýza *Sbírek* z hlediska poznávacích operací. Doplněna je i četnost zastoupení jednotlivých typů úloh podle poznávacích operací ve *Sbírci*.

### 4.1 Důvody ke třídění úloh ve *Sbírci* a jeho postup

Neodmyslitelnou součástí vyučovacího procesu jsou dobře zvolené učební úlohy. V současné době existuje množství sbírek fyzikálních úloh v tištěné i elektronické podobě. Z nich mohou učitelé volit vhodné úlohy, jejichž „řešení umožňuje žákům nejen procvičovat a upevňovat systém poznatků či aplikovat dříve získané znalosti a dovednosti, ale i uskutečňovat tvůrčí poznávací činnost“ (Svoboda & Kolářová, 2006, s. 119). Je velmi přínosné, pokud nejsou tyto úlohy vybírány náhodně, ale s přihlédnutím k poznávacím operacím, které mohou rozvíjet. V opačném případě by řešení úloh mohlo vést například k pouhému dosazení do vzorce a rutinním výpočtům bez hlubšího pochopení dané problematiky. Je pravda, že některé sbírky a pracovní sešity jsou z hlediska použití poznávacích operací ve fyzikálních úlohách sestaveny velmi rozmanitě, avšak ne každý učitel rozpozná dané typy úloh, příp. nemá čas se tímto hlediskem zabývat.

*Sbírka řešených úloh z fyziky* byla donedávna rozdělena také pouze podle oblastí fyziky (mechanika, optika atd.) a podle náročnosti úloh vzhledem ke stupni školy, ke kterému se vztahují (základní, střední atd.). To všechno pochopitelně ulehčuje orientaci ve *Sbírci*. Nicméně, jak bylo zmíněno výše, proces výběru fyzikálních úloh by měl podléhat i jiným faktorům, a proto bylo jedním z hlavních cílů této práce stanoven rozřazení úloh ve *Sbírci* do několika hlavních kategorií podle poznávacích operací, které žák (student) v průběhu jejich řešení pravděpodobně použije. Tím by mohlo být učitelům zařazování různých úloh

z hlediska jejich kognitivní úrovně alespoň trochu ulehčeno. Dle našich znalostí nebyla do této doby vytvořena žádná sbírka fyzikálních úloh s tímto tříděním úloh.

V předchozím textu (viz 2.2.2) bylo vysvětleno, že třídění úloh podle jejich kognitivní úrovně může pomoci učitelům fyziky zlepšit výukový proces. To ale není jediný důvod, proč bylo dané třídění uskutečněno. Může totiž kromě uživatelů *Sbírk*y ovlivnit také její tvůrce. Kromě toho, že je zřejmé pokrytí jednotlivých témat, bylo by vhodné, aby mohli nějakým způsobem kontrolovat i skladbu *Sbírk*y z hlediska poznávacích operací a zvažovat zařazování těch typů úloh, které se zde objevují jen zřídka.

Co se týče procesu třídění úloh ve *Sbírc*e, shrneme zde některá pozorování a pravidla zařazování úloh. Jak lze ve *Sbírc*e vidět (viz <http://reseneulohy.cz>), ne všechny úlohy jsou zařazeny k určité poznávací operaci. Ukázalo se totiž, že některé úlohy jsou tak komplexní, že vyžadují zařazení tří a více poznávacích operací, a proto bylo rozhodnuto, že úlohy této povahy nebudou zařazeny k žádné operaci, pokud nelze jednoznačně rozhodnout, která z nich dominuje. Jedná se většinou o vysokoškolské úlohy, ve kterých se současně používá aparát z různých oblastí matematiky, diferenciální počet nevyjímaje. Dále se ve *Sbírc*e objevují úlohy, které sestávají z několika podotázek, například a) až f) a každá z nich je sice zaměřena na jednu poznávací operaci, avšak kvůli přehlednosti *Sbírk*y se rozhodlo, že podotázky nebudou dále samostatně zařazovány. K dané poznávací operaci se tedy zařadí buď celá úloha a nebude-li to možné, úloha se nezařadí vůbec.

Rozhodování o tom, ke které poznávací operaci příslušná úloha patří, je také do určité míry ovlivněno subjektivním pohledem toho, kdo úlohy třídí. Z tohoto důvodu proběhlo třídění úloh dvěma experty – autorkou práce a konzultantem práce. Ve *Sbírc*e jsou názvem příslušné poznávací operace označeny pouze ty úlohy, u kterých došlo ke vzájemné shodě.

## 4.2 Složení *Sbírk*y z hlediska poznávacích operací

Analýzou bylo zjištěno, že je ve *Sbírc*e zastoupeno přibližně 15 typů učebních úloh podle taxonomie D. Tollingerové z celkového počtu 27 (viz část 2.2.2). Pro účely *Sbírk*y byla tato taxonomie mírně upravena u tří poznávacích operací, a to následovně:

- Původní typ úloh taxonomie D. Tollingerové 2.4 *úlohy na analýzu a syntézu* (viz 2.2.2) byl pro účely *Sbírky* rozdělen na dva typy: *úlohy na analýzu*, *úlohy na syntézu*. Je sice pravda, že mnoho fyzikálních úloh je „smíšené“ analyticko-syntetické povahy, avšak dle našeho pozorování obsahuje *Sbírka* množství úloh, u kterých lze tyto operace jednoznačně rozlišit.
- Původní typ úloh taxonomie D. Tollingerové 2.8 *úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování* byl rovněž rozdělen na *úlohy na abstrakci a zobecňování* a *úlohy na konkretizaci*. Dle našeho názoru se jedná o odlišné poznávací operace (konkretizace je opak zobecňování) a fyzikální úlohy této povahy lze jednoznačně rozlišit. Jejich sloučení pod jednu poznávací operaci by tedy mohlo být matoucí.
- U původního typu úloh dle D. Tollingerové 2.9 *řešení jednoduchých příkladů* byl pozměněn pouze název na *úlohy rutinní*.

Níže je uvedena tab. 2 se všemi identifikovanými typy úloh ve *Sbírce*. V pravém sloupci jsou uvedeny zkratky jednotlivých poznávacích operací, které jsou zobrazeny ve *Sbírce* vedle zadání každé úlohy vpravo v podobě malé ikony.

Tab. 2: Typy úloh podle poznávacích operací, které jsou zastoupeny ve *Sbírce*

Číslování dle Tollingerové <sup>11</sup>	Typ úloh podle poznávacích operací	Značení ve <i>Sbírce</i>
2.1	úlohy na zjišťování faktů	ZF
2.4	úlohy na analýzu	AN
2.4	úlohy na syntézu	SY
2.5	úlohy na porovnávání a rozlišování	PO
2.6	úlohy na třídění	TŘ
2.7	úlohy na zjišťování vztahu mezi fakty	VZ
2.8	úlohy na abstrakci, zobecňování	ZO
2.8	úlohy na konkretizaci	KO
2.9	úlohy rutinní	RU
3.1	úlohy na překlad, transformaci	PŘ
3.2	úlohy na výklad, vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění	VY

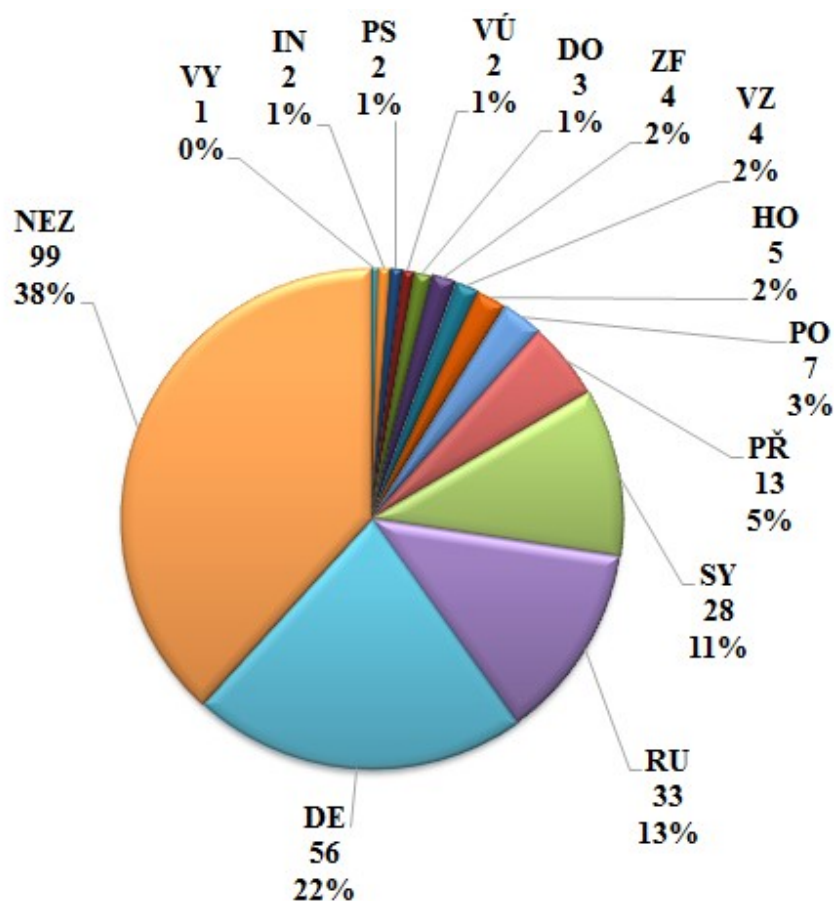
<sup>11</sup> Toto číslování uvádí D. Tollingerová (cit. podle Holoušové, 1986)

3.3	úlohy na vyvozování ( <b>in</b> dukci)	IN
3.4	úlohy na odvozování ( <b>de</b> dukci)	DE
3.5	úlohy na <b>do</b> kazování, ověřování	DO
3.6	úlohy na <b>ho</b> dnocení	HO
5.2	úlohy na řešení <b>pr</b> oblémových <b>si</b> tuačí	PS
5.5	úlohy na objevování na základě <b>v</b> lastních <b>ú</b> vah	VÚ

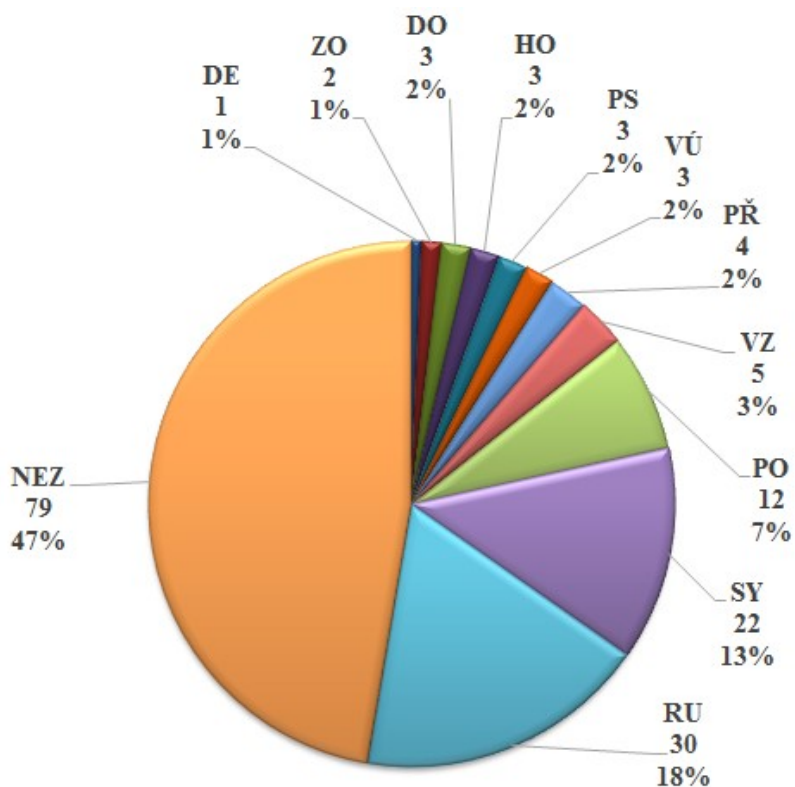
Dalším cílem rigorózní práce bylo analyzovat složení celé *Sbírk*y i jednotlivých tematických okruhů z hlediska poznávacích operací. Absolutní a relativní četnosti jednotlivých typů úloh jsou zobrazeny v grafech 1 až 6. Zkratka NEZ označuje ty úlohy, které nebyly zařazeny do žádné kategorie z důvodů popsaných výše v části 4.1 a také níže v následujícím odstavci.

*Poznámka: všechna data v grafech 1 až 6 byla zpracována v březnu roku 2017*

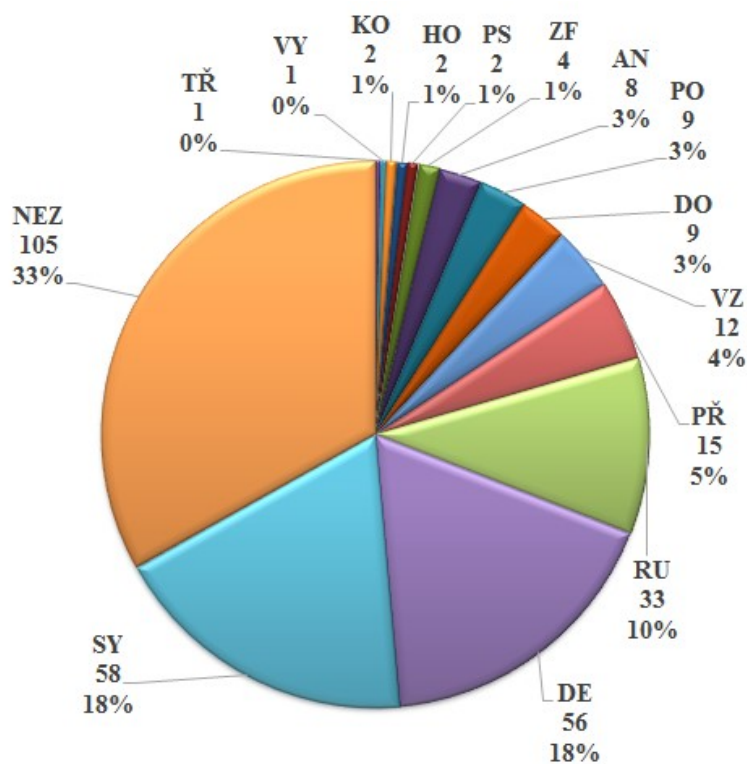
Graf 1: Zastoupení poznávacích operací – mechanika (celkem 259 úloh; zařazeno 160; nezařazeno 99)



Graf 2: Zastoupení poznávacích operací – termodynamika a molekulová fyzika (celkem 167 úloh; zařazeno 88; nezařazeno 79)

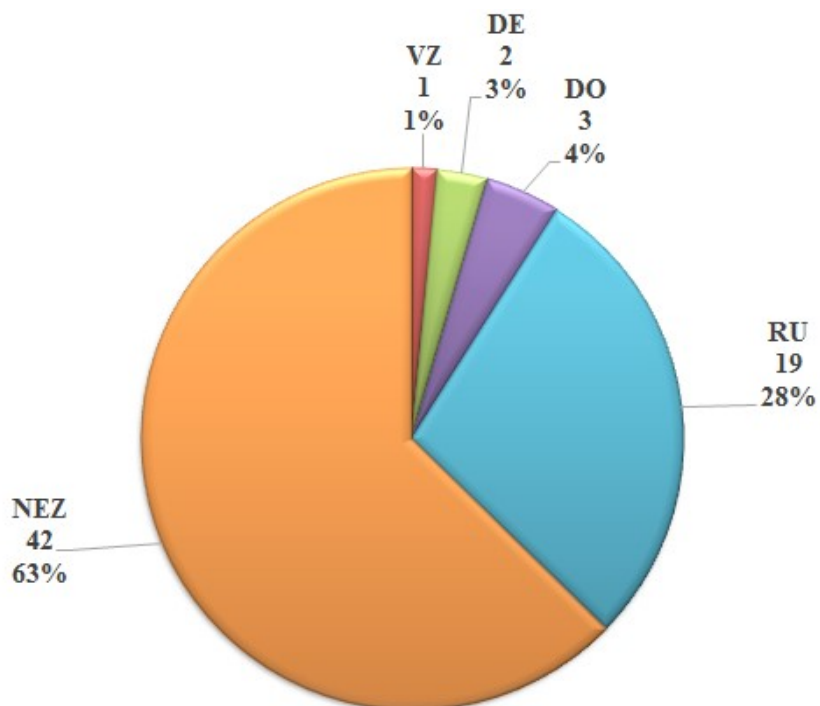


Graf 3: Zastoupení poznávacích operací – elektřina a magnetismus (celkem 317 úloh; zařazeno 212; nezařazeno 105)

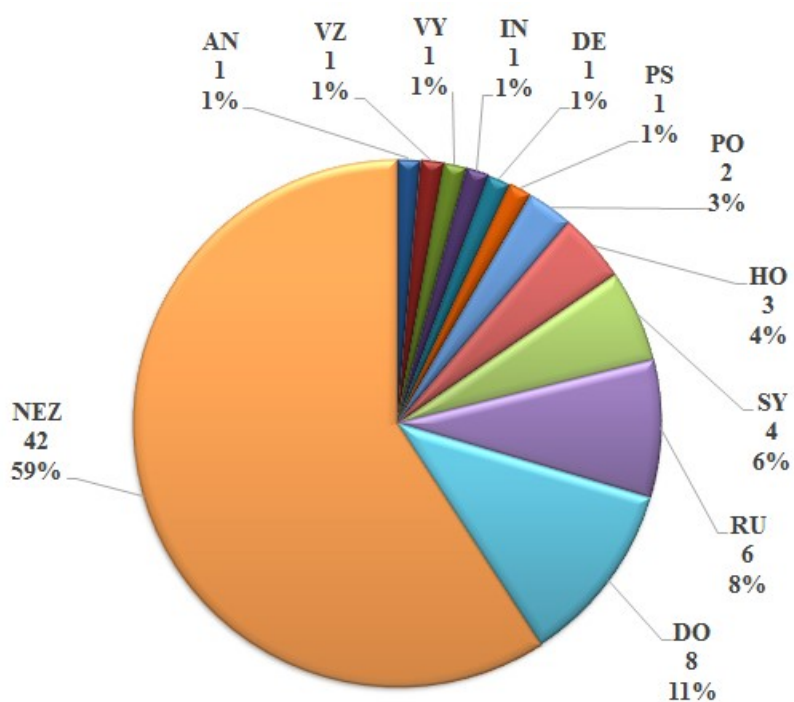




Graf 4: Zastoupení poznávacích operací – optika (celkem 67 úloh; zařazeno 25; nezařazeno 42)

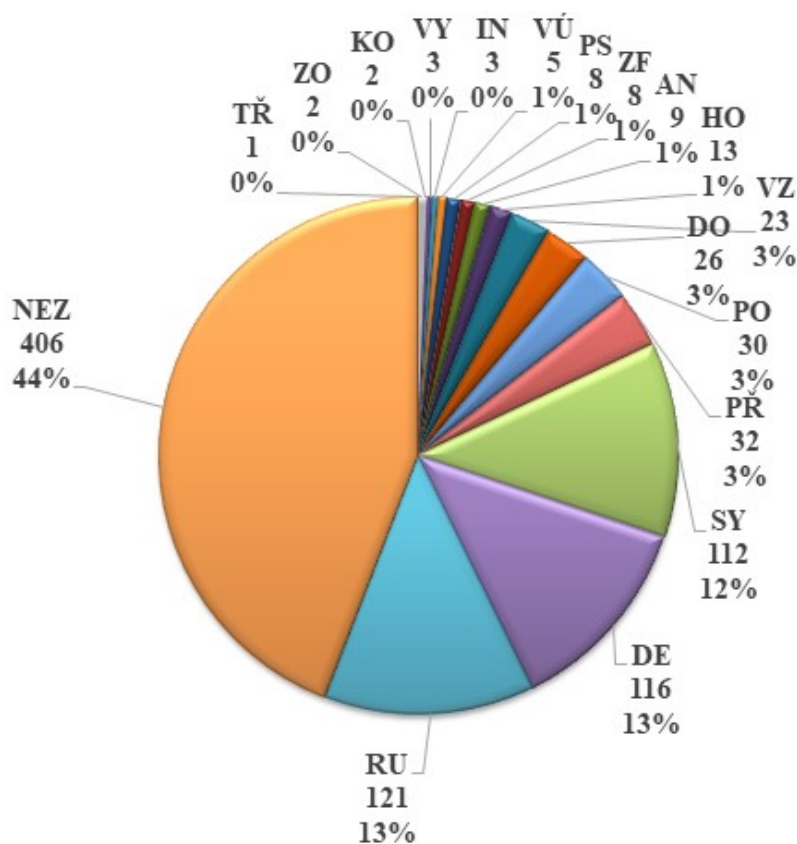


Graf 5: Zastoupení poznávacích operací – fyzika mikrosvětů (celkem 71 úloh; zařazeno 29; nezařazeno 42)





Graf 6: Zastoupení poznávacích operací – všechny oblasti fyziky (celkem 920 úloh; zařazeno 514; nezařazeno 406)



Sbírka se skládala (v období její analýzy – leden až březen 2017) celkem z 920 úloh a obsahovala úlohy zařazené k tématům *mechanika, termodynamika a molekulová fyzika, elektřina a magnetismus, optika, fyzika mikrosvěta, teoretická mechanika a matematické metody*.

V grafu 1 můžeme vidět, že v tématu *mechanika* je z celkového počtu 259 úloh k určité poznávací operaci zařazeno 160 úloh (tj. 62 %). Největší zastoupení mají úlohy zaměřené na poznávací operaci *dedukce, rutinní úlohy* a *syntéza*. V tématu *termodynamika a molekulová fyzika* (viz graf 2) bylo k určité myšlenkové operaci zařazeno celkem 88 úloh, což činí přibližně 53 % z celkového počtu 167 úloh. Nejzastoupenější jsou zde poznávací operace *rutinní úlohy, syntéza* a *porovnávání*. Z hlediska poznávacích operací se nejrozmanitější jeví oblast *elektřina a magnetismus* (viz graf 3) s celkovým počtem 317 úloh. V tomto tématu chybí pouze úlohy zaměřené na poznávací operace *zobecnování, indukce* a *objevování na základě vlastních úvah*. Z *elektřiny a magnetismu* nebyla k žádné

poznávací operaci zařazena pouze třetina (105) všech úloh. Nejvíce zastoupené jsou v tomto tématu úlohy na poznávací operace *syntéza*, *dedukce* a *rutinní úlohy*. Další dva tematické okruhy, které se ve *Sbírce* vyskytují jsou *optika* a *fyzika mikrosvěta*. V tématu *optika* (viz graf 4) není zařazeno celkem 68 % úloh z celkového počtu 67. Toto procento je tak vysoké proto, že jsou zde ve velkém množství úlohy s řešením geometrické povahy (viz např. úlohy č. 1 654 a č. 1 744, <http://reseneulohy.cz>) nebo vysokoškolské úlohy, které syntetizují více poznatků a vztahů z různých oblastí matematiky i fyziky (viz například úlohy č. 1 401 a č. 1 503). V tématu *fyzika mikrosvěta* (viz graf 5) nebyly zpravidla k jednotlivým poznávacím operacím zařazeny komplexní vysokoškolské úlohy, ve kterých se řeší například Schrödingerova rovnice a předpokládá se znalost diferenciálního a integrálního počtu (viz úlohy č. 720 a č. 2 013). V tomto tématu je k určité poznávací operaci zařazeno 59 % ze 71 úloh. *Sbírka* obsahovala v období její analýzy také úlohy z tématu *teoretická mechanika*. Zde však nebyla k žádné kategorii zařazena ani jedna úloha z celkového počtu 39, a to z toho důvodu, že se jedná o úlohy, kde se zpravidla řeší Hamiltonovy a Lagrangeovy rovnice, což dle našeho názoru nebyly postupy typické pro žádnou poznávací operaci. Posledním tématem ve *Sbírce* jsou *matematické metody*, avšak tímto tématem se rigorózní práce nezabývá. Důvodem je, že toto téma obsahuje hlavně úlohy, které využívají vysokoškolský matematický aparát ve fyzikálních problémech a taxonomie D. Tollingerové se týká především úloh základní a střední školy.

Jak lze vidět v posledním grafu 6, k jednotlivým poznávacím operacím bylo zařazeno 56 % úloh celé *Sbírky*, tj. 514 z celkového počtu 920. Bylo zjištěno, že kromě *rutinních úloh* jsou ve *Sbírce* nejvíce zastoupené úlohy na *dedukci* a na *syntézu*. Naopak, úlohy zaměřené na *zobecnování*, *konkretizaci*, *výklad*, *indukci* a *třídění* se ve *Sbírce* vyskytují jen v malém množství. Je ale nutné připomenout, že bylo (z důvodů popsaných výše v podkapitole 4.1) k daným operacím zařazeno pouze 56 % všech úloh, a je tedy zřejmé, že zde ve skutečnosti může být poznávacích operací mnohem více.

## 5 Písemné práce s důrazem na různé typy úloh z hlediska poznávacích operací

V rámci jednoho z hlavních cílů této rigorózní práce byly vytvořeny dvě verze písemných prací určených žákům 8. ročníku základní školy a tercií 8letého gymnázia. Témata těchto písemných prací jsou:

- Elektrostatika
- Elektrický proud
- Elektrický odpor, Ohmův zákon
- Výsledný odpor rezistorů, reostat

Všechny písemné práce byly sestaveny tak, aby obsahovaly různorodé typy úloh, co se poznávacích operací týče. V první řadě byla do každé písemné práce zařazena nejméně jedna úloha vyžadující pamětní reprodukci poznatků – první kategorie taxonomie D. Tollingerové (viz část 2.2.2). To jsou například úlohy, které od žáka vyžadují reprodukci definic a zákonů, nebo charakteristiku v hodinách probraných termínů. Pochopitelně (z důvodů popsaných v částech 1.4 a 1.5), by bylo z hlediska kognitivního rozvoje žáků velmi nevhodné, aby byly písemky tvořeny převážně úlohami první kategorie taxonomie D. Tollingerové. Jsme toho názoru, že právě předměty jako fyzika by měly žáky učit aplikovat osvojené poznatky a postupy v nových, pro ně zatím neznámých situacích. Avšak je nutné si uvědomit, že písemné práce vytvořené pro účely této práce, jsou určeny pro žáky 8. ročníku ZŠ a odpovídajícímu stupni víceletých gymnázií, proto obsahují z větší části úlohy, které vyžadují jednoduché myšlenkové operace s poznatky, což je druhá kategorie taxonomie D. Tollingerové (viz část 2.2.2). Přesto nejsme názoru, že by měli žáci základních škol řešit pouze úlohy první a druhé kategorie, zatímco úlohy třetí kategorie až žáci středních škol. Proto byla do některých písemných prací zařazena i úloha, která by spadala do třetí kategorie zmíněné taxonomie – úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatky.

V následujících podkapitolách 5.1 až 5.4 jsou zadání těchto písemných prací. Ke každému ze čtyř témat byly vytvořeny dvě verze zadání – verze A a verze B. V částech 5.1.1 až 5.4.1 uvádíme podrobné komentáře k jednotlivým poznávacím operacím a části 5.1.2 až 5.4.2 obsahují správná řešení písemných prací.

## 5.1 Písemná práce – téma elektrostatika

První písemná práce (zadání viz níže) se týká tématu elektrostatika. Konkrétně se jedná o učivo, jehož výklad se nachází v učebnici Fyzika pro 8. ročník základní školy<sup>12</sup> (viz Kolářová & Bohuněk, 2001, s. 98–117). Tato kapitola obsahuje základní poznatky o složení atomu a o elektrickém působení mezi náboji. Dále se zde žáci seznámí s elektroskopem a velikostí elementárního náboje. Naučí se chápat rozdíl mezi vodičem a izolantem a seznámí se s dvěma základními jevy – polarizace izolantu a elektrostatická indukce. V závěru této části učebnice je vysvětleno, co jsou siločáry a jak lze pomocí nich znázornit homogenní elektrické pole a pole kolem bodových nábojů apod.

---

<sup>12</sup> Při tvorbě všech písemných prací byla využita učebnice Fyzika pro 8. ročník základní školy (Kolářová & Bohuněk, 2001) z toho důvodu, že se používá ve výuce fyziky na škole, kde autorka rigorózní práce učí.

## Písemná práce – Elektrostatika

**Jméno:**

**Verze A**

**Hodnocení:**

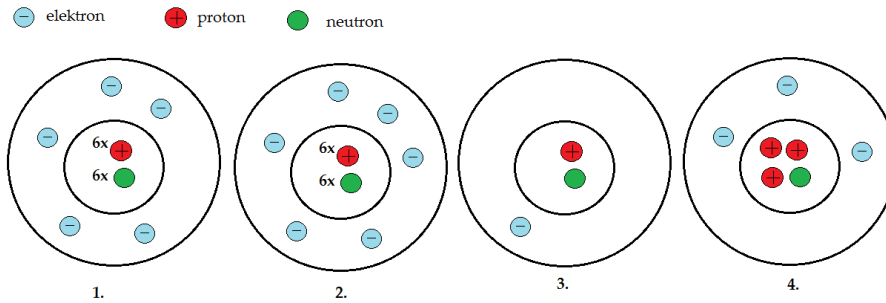
---

1. Řešte následující podotázky:

a) **Charakterizujte** kladný iont a uveďte jeho název.

.....

b) Označte možnosti, které **neznázorňují** ionty:



c) Uveďte **dva příklady** z běžného života, které prokazují vznik iontů třením.

.....

2. Jaký celkový náboj by mělo 1 000 elektronů? **Uveďte výpočet.**

.....

3. **Podrobně popište** pokus, kterým zjistíte, zda je elektroskop nabitý záporně.

Pomůcky: .....

Pokus: .....

.....

4. Na obrázku je neutrální destička z izolantu.

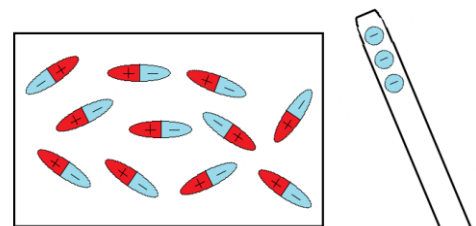
a) Nakreslete a popište, co se stane, když k ní přiblížíme záporně nabitou tyč:

b) Pojmenujte daný jev a vysvětlete ho.

.....

.....

.....

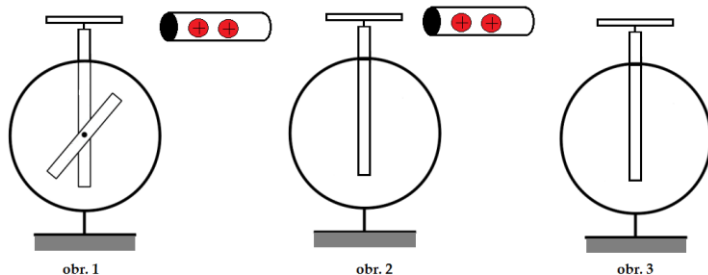


5. Kladně zeлектроvanou tyč přiblížíme k neutrální desce elektroskopu.

a) Do obrázku 1 znázorněte znaménko náboje na desce a ručce elektroskopu.

b) Do obrázku 2 nakreslete polohu ručky elektroskopu po dotknutí se desky prstem ruky.

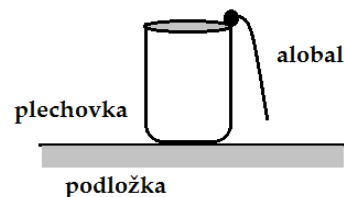
c) Oddálíme prst a potom zeлектроvanou tyč. Do obrázku 3 nakreslete polohu ručky elektroskopu a zapište znaménko náboje na desce a ručce elektroskopu.



6. Na obrázku vidíte kovovou plechovku, na které je připevněn lístek z alobalu.

a) Porovnejte, co by se stalo, kdybychom se neutrální plechovky dotkli kladně nabitou tyčí a plechovka by přitom v prvním případě stála na **železné podložce** a pak na **plastové podložce**.

.....  
 .....  
 .....  
 .....



b) Neutrální plechovky se dotkneme kladně nabitou tyčí. Potom tyč oddálíme a následně ji **přiblížíme** k lístku z alobalu. Bude se lístek k tyči přitahovat nebo odpuzovat? **Vysvětlete**.

.....  
 .....

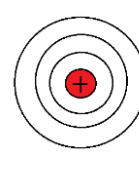
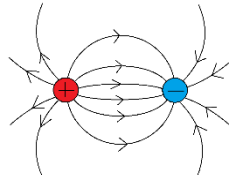
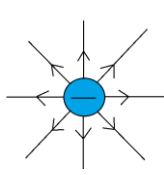
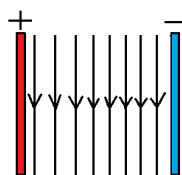
7. Zakroužkujte možnost, ve které je **elektrické pole pomocí siločar znázorněno správně**:

a)

b)

c)

d)



## Písemná práce – Elektrostatika

**Jméno:** \_\_\_\_\_

**Verze B**

**Hodnocení:** \_\_\_\_\_

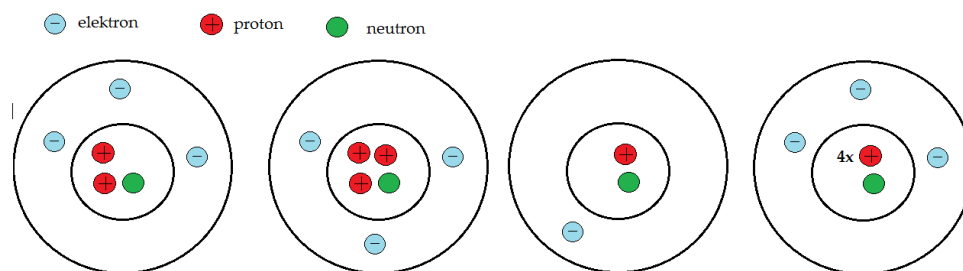
---

1. Řešte následující podotázky:

a) **Charakterizujte** záporný iont a uveďte jeho název.

.....

b) Označte možnosti, které **znázorňují** ionty:



c) Uveďte **dva příklady** z běžného života, které prokazují vznik iontů třením.

.....

2. Kolik elektronů by mělo celkový náboj 5 C? **Uveďte výpočet.**

.....

3. **Podrobně popište** pokus, kterým zjistíš, zda je elektroskop nabitý kladně.

Pomůcky: .....

Pokus: .....

.....

4. Na obrázku je neutrální kovová destička.

a) Nakreslete a popište, co se stane, když k ní přiblížíme kladně nabitou tyč.

b) Pojmenujte daný jev a vysvětlete ho.

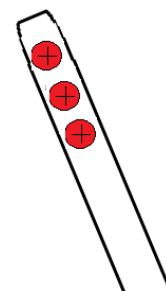
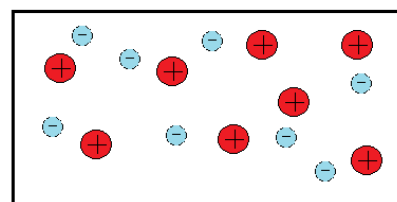
.....

.....

.....

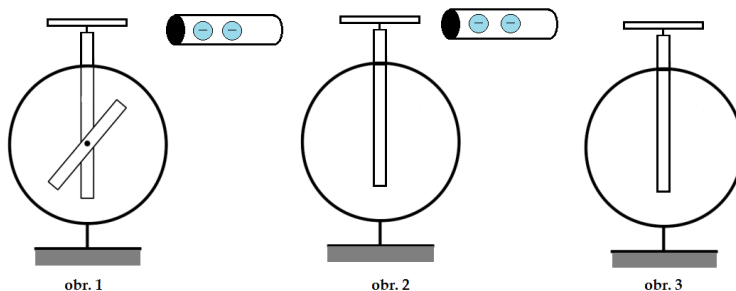
.....

.....



5. Záporně zelektrovanou tyč přiblížíme k desce elektroskopu.

- a) Do obrázku 1 znázorněte znaménko náboje na desce a ručce elektroskopu.
- b) Do obrázku 2 nakreslete polohu ručky elektroskopu po dotknutí se desky prstem ruky.
- c) Oddálíme prst a potom zelektrovanou tyč. Do obrázku 3 nakreslete polohu ručky a zapište znaménko náboje na desce a ručce elektroskopu.



6. Na obrázku vidíte kovovou plechovku, na které je připevněn lístek z alobalu.

- a) Porovnejte, co by se stalo, kdybychom se neutrální plechovky dotkli kladně nabitou tyčí a plechovka by přitom v prvním případě stála na **železné podložce** a pak na **plastové podložce**.

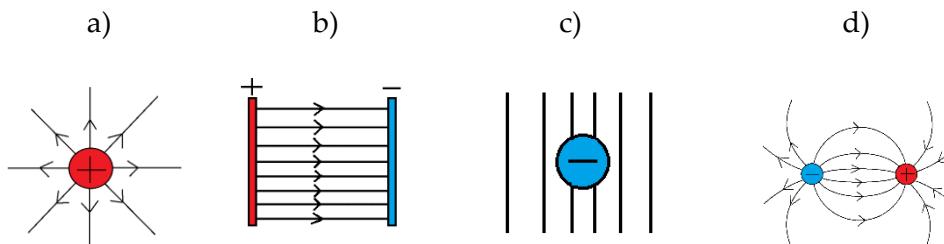
.....  
 .....  
 .....



- b) Neutrální plechovky se dotkneme kladně nabitou tyčí. Potom tyč oddálíme a následně ji **přiblížíme** k lístku z alobalu. Bude se lístek k tyči přitahovat nebo odpuzovat? **Vysvětlete.**

.....  
 .....

7. Zakroužkujte možnosti, ve kterých je **elektrické pole pomocí siločar znázorněno správně**:





### 5.1.1 Komentář k jednotlivým úlohám písemné práce

V následující tab. 3 je uveden rozbor písemné práce sestavené na toto téma, která obsahuje celkem 7 úloh a jejich dalších podotázek.

Tab. 3 – Rozbor písemné práce na téma elektrostatika z hlediska poznávacích operací

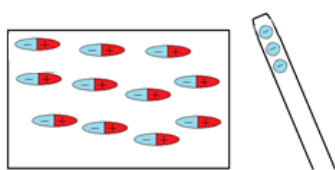
Úloha 1 a)	
Kategorie	1 Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
Poznávací operace	1.3 Úlohy na reprodukci zákonů, definic, norem, pravidel apod.
Komentář	Verze A/B: Žák má charakterizovat kladný/záporný iont.
Úloha 1 b)	
Kategorie	1 Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
Poznávací operace	1.1 Úlohy na znovupoznání
Komentář	Verze A/B: Žák má rozpoznat, ve kterých možnostech nejsou/jsou zakresleny ionty.
Úloha 1 c)	
Kategorie	1 Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
Poznávací operace	1.2 Úlohy na reprodukci jednotlivých faktů, čísel, pojmů apod.
Komentář	Verze A i B: Žák má uvést jevy potvrzující vznik iontů. Tato úloha by byla zařazena do kategorie 1.2 tehdy, pokud bylo ve výuce uvedeno několik příkladů vzniku iontů. Kdyby nebyl žádný příklad uveden, musel by ho žák v průběhu písemné práce vymyslet sám, nejednalo by se tedy o úlohu pouze na pamětní reprodukci poznatků, ale na objevování na základě vlastních úvah (poznávací operace 5.5, viz 2.2.2).
Úloha 2	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatkem
Poznávací operace	2.1 Úlohy na zjišťování faktů (...provádění jednoduchých výpočtů)
Komentář	Verze A: Žák má spočítat náboj daného počtu elektronů. Verze B: Žák má spočítat, kolik elektronů má daný náboj.
Úloha 3	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatkem
Poznávací operace	2.3 Úlohy na vyjmenování a popis procesů a způsobů činnosti
Komentář	Verze A/B: Žák má popsat pokus, kterým prokáže, že je elektroskop nabitý záporně/kladně. Má tedy popsat určitý proces.
Úloha 4 a)	

Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.7 Úlohy na zjišťování vztahu mezi fakty (příčina, následek, vliv, funkce...)
Komentář	Verze A/B: Žák má určit, jaký následek bude mít přiblížení nabitě tyče k destičce z izolantu/z kovu.
Úloha 4 b)	
Kategorie	1 Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
Poznávací operace	1.3 Úlohy na reprodukci zákonů, definic, norem, pravidel apod. 1.4 Úlohy na reprodukci větších textových celků
Komentář	Verze A/B: Žák má uvést název popsaného jevu – polarizace izolantu/elektrostatická indukce. Dále ho má popsat a vysvětlit, tedy má reprodukovat určitý textový celek. Tato podotázka se řadí k první kategorii proto, že se tyto dva jevy běžně probírají ve výuce a jsou popsány i v učebnici.
Úlohy 5 a) 5 b) 5 c)	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.7 Úlohy na zjišťování vztahu mezi fakty (příčina, následek, vliv, funkce...)
Komentář	Verze A i B: Ve všech podotázkách si musí žák uvědomit následek určitého děje – přiblížení nebo oddálení nabitě tyče k desce elektroskopu atd.
Úloha 6 a)	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.5 Úlohy na porovnávání a rozlišování
Komentář	Verze A i B: Žák má porovnat dvě situace.
Úloha 6 b)	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.7 Úlohy na zjišťování vztahu mezi fakty (příčina, následek, vliv, funkce...)
Komentář	Verze A i B: Žák má vysvětlit, co se stane, co bude příčinou děje popsaného v této podotázce.
Úloha 7	
Kategorie	3 Úlohy vyžadující složitější myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	3.6 Úlohy na hodnocení
Komentář	Verze A i B: Žák má posoudit, na kterých obrázcích jsou elektrické siločáry a pole kolem daných těles znázorněny správně.

## 5.1.2 Správné řešení písemné práce

Verze A

- a) kationt = kladně nabitý iont; atom nebo molekula, která odevzdala elektron/y
  - b) možnosti 2, 3, 4
  - c) svlékání svetry – můžeme slyšet a ve tmě i pozorovat jiskření; česání vlasů – vlasy se zelektrizují, postaví se a odstoupí od sebe
- $Q = 1000 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 1,602 \cdot 10^{-16} \text{ C}$
- Pomůcky: hladká skleněná tyč, kus jelení kůže, elektroskop  
Jestliže třeme hladkou skleněnou tyč jelení kůží, nabíjí se kladně. Kdybychom se jí následně dotkli desky elektroskopu, který je nabitý záporně, výchylka jeho ručičky by částečně poklesla, nebo by se vybil úplně.
- a)

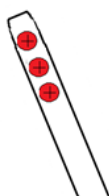
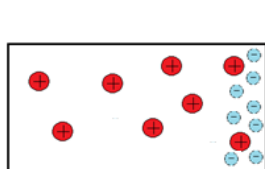


- b) Elektricky nabitě částice se uvnitř atomů posunou tak, že se na pravé straně destičky projeví kladný náboj a na druhé záporný náboj – polarizace izolantu.
- a) Na desce elektroskopu bude záporný náboj a na ručce elektroskopu kladný.
  - b) Ručka poklesne.
  - c) Ručka se zvedne. Ručka i deska elektroskopu jsou nabitě záporně.
- a) Kdybychom se plechovky dotkli kladně nabitou tyčí a stála by přitom na železné podložce, zůstala by neutrální a lístek z alobalu by nezměnil polohu. Kdyby přitom stála na plastové podložce, nabíla by se celá včetně lístku z alobalu kladně a lístek by se od plechovky oddálil.
  - b) Vzhledem k tomu, že je plechovka, lístek z alobalu i tyč nabitá kladně, bude se od tyče odpuzovat.
- c)

## Verze B

- a) aniont = záporně nabitý iont; atom nebo molekula, která přijala elektron/y
  - b) možnosti 1, 4
  - c) svlékání svetry – můžeme slyšet a ve tmě i pozorovat jiskření; česání vlasů – vlasy se zelektrizují, postaví se a odstoupí od sebe
- $Q = 5 \text{ C}; N = Q : 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \doteq 3,12 \cdot 10^{19}$  elektronů
- Pomůcky: hladká novodurová tyč, kus kožešiny, elektroskop  
Jestliže třeme hladkou novodurovou tyč kožešinou, nabíjí se záporně. Kdybychom se jí následně dotkli desky elektroskopu, který je nabitý kladně, výchylka jeho ručičky by částečně poklesla, nebo by se vybil úplně.

4. a)



b) Elektrony se v destičce přesunou na pravou stranu, na levé straně proto bude přebytek kladného náboje = elektrostatická indukce.

- a) Na desce elektroskopu bude kladný náboj a na ručce elektroskopu záporný.
  - b) Ručka poklesne.
  - c) Ručka se zvedne. Ručka i deska elektroskopu jsou nabitě kladně.
- a) Kdybychom se plechovky dotkli kladně nabitou tyčí a stála by přitom na železné podložce, zůstala by neutrální a lístek z alobalu by nezměnil polohu. Kdyby přitom stála na plastové podložce, nabíla by se celá včetně lístku z alobalu kladně a lístek by se od plechovky oddálil.
  - b) Vzhledem k tomu, že je plechovka, lístek z alobalu i tyč nabitá kladně, bude se od tyče odpuzovat.
- a), b)

## 5.2 Písemná práce – téma elektrický proud

Druhým tématem, které bylo pro tvorbu písemných prací zvoleno, je téma elektrický proud (viz Kolářová & Bohuněk, 2001, s. 118–136). Autoři učebnice k tomuto tématu zařadili základní poznatky o fyzikálních veličinách elektrický proud a napětí a o přístrojích, které slouží k jejich měření. Dále se zde žák seznámí s některými ze základních schematických značek, např. pro žárovku, rezistor aj. Součástí je i výklad toho, co je nosičem elektrického proudu v pevných a kapalných látkách. Dále zde nechybí ani příklady zdrojů elektrického napětí a popis Voltova článku. Tato písemná práce (viz zadání níže) byla vytvořena poněkud odlišným způsobem než další tři uvedené písemné práce. Obě verze A i B písemné práce mají sice stejný počet úloh a jednotlivé úlohy se týkají stejných problémů, avšak dvojice odpovídajících si úloh se ve verzi A a B liší tím, že jejich zadání změnilo povahu dané úlohy z hlediska poznávací operace. V jedné verzi musí žák například vyjmenovat typy zdrojů elektrického napětí a uvést k nim příklad a ve verzi druhé je naopak úkolem předložené zdroje roztrždit.

## Písemná práce – Elektrický proud

Jméno:

Verze A

Hodnocení:

1. Uveďte, co je **nosičem** elektrického proudu

a) v kovech ..... b) v kapalinách .....

2. **Vysvětlete rozdíl** mezi vodičem a izolantem vzhledem k jejich mikrostruktúře.

.....

3. Zakreslete schéma elektrického obvodu, který **současně splňuje**:

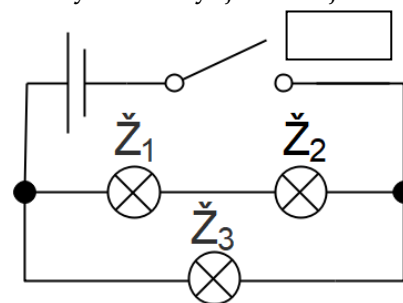
- V obvodu se nachází baterie elektrických článků, 2 žárovky a 2 zvonky.
- Baterie elektrických článků je zapojena s oběma žárovkami do série.
- Dvojice zvonků (zapojených sériově) je k jedné ze žárovek zapojena paralelně.

4. Na obrázku níže je schéma elektrického obvodu. Rozhodněte, zda jsou následující výroky **pravdivé, nebo nepravdivé** (všechny žárovky jsou stejné a předpokládejte uzavřený spínač):

a) Praskne-li žárovka  $\check{Z}_1$ , žárovka  $\check{Z}_2$  svítí dál.  
Pravda                      Nepravda

b) Všechny žárovky mají stejný svit.  
Pravda                      Nepravda

c) Žárovka  $\check{Z}_3$  může svítit i tehdy, nesvítí-li  $\check{Z}_1$  a  $\check{Z}_2$ .  
Pravda                      Nepravda



5. Honzova maminka dala vařit vodu na těstoviny. Honza se vsadil se svojí mladší sestrou, že bez toho, aby vodu ochutnal, zjistí, zda už maminka vodu osolila. Co musí udělat, aby vyhrál sázku?

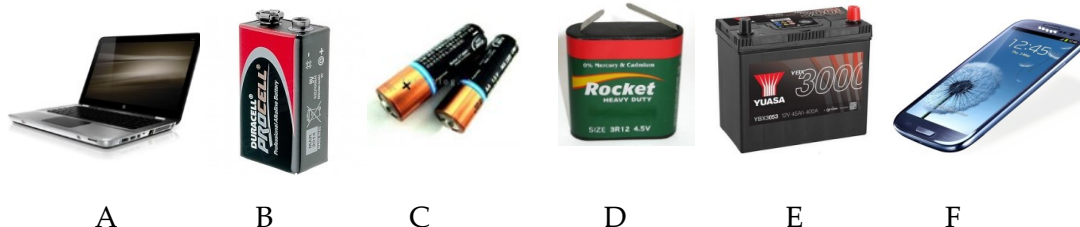
.....  
.....  
.....

6. **Roztřídte** následující zdroje elektrického napětí (nebo spotřebiče, ve kterých tyto zdroje jsou) do následujících skupin:

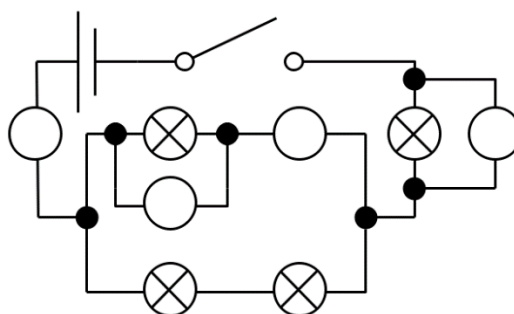
Monočlánky: .....

Baterie el. článků: .....

Akumulátory: .....



7. Do schématu níže dokreslete voltmetry a ampérmetry tak, **aby byly zapojeny správně**.



8. Doplňte tabulku:



— stupnice č. 1  
 — stupnice č. 2  
 — stupnice č. 3

Chceme měřit	Napětí	Proud
Nastavíme rozsah	100 V	
Použijeme stupnici číslo		2
Nejmenší dílek je		0,1 mA
Ručka na 6. dílku zleva ukazuje		

Jméno:

Verze B

Hodnocení:

---

1. Uveďte, jak se dělí látky z hlediska elektrické vodivosti, a každý druh stručně charakterizujte.

.....  
 .....  
 .....

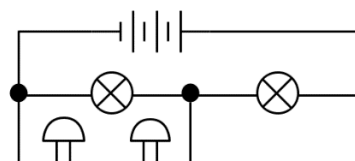
2. Porovnejte vedení proudu v kovech a kapalinách.

.....  
 .....  
 .....

3. Zakreslete schéma elektrického obvodu, který **současně splňuje**:

- V obvodu se nachází zdroj elektrického napětí, dva spínače, tři stejné žárovky (1, 2, 3).
- Praskne-li žárovka 1, žárovka 2 nebude svítit.
- Žárovka 3 může svítit i tehdy, nesvítí-li žárovky 1 a 2.

4. Slovně popište schéma vpravo.

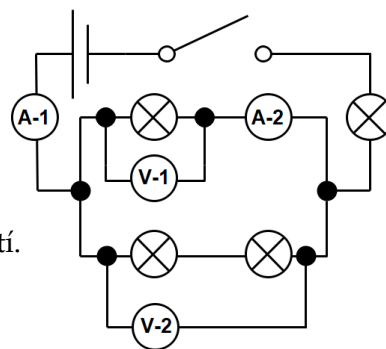


5. Vyjmenujte základní typy zdrojů elektrického napětí (ty, které jste se ve výuce naučili), a ke každému uveďte dva příklady spotřebičů, ve kterých se využívají.

.....   
 .....  
 .....



6. Podle obrázku rozhodněte, zda jsou následující výroky **pravdivé nebo ne** (všechny žárovky jsou stejné a svítí, předpokládejte uzavřený spínač).



a) Voltmetry V-1 a V-2 ukazují stejnou hodnotu napětí.

Pravda      Nepravda

b) Žádný z měřících přístrojů není v obvodu zapojen nesprávně.

Pravda      Nepravda

c) Hodnoty proudu, kterou ukazují ampérmetry A-1 a A-2, se liší.

Pravda      Nepravda

7. Tomáš potřebuje do svého rádia zdroj s napětím 10,5 V. Doma má k dispozici pouze tři ploché baterie a tři tzv. tužkové baterie. Jak může Tomáš tento problém vyřešit?

8. Doplňte tabulku:



— stupnice č. 1  
 — stupnice č. 2  
 — stupnice č. 3

Chceme měřit	Napětí	Proud
Nastavíme rozsah	300 V	
Použijeme stupnici číslo		3
Nejmenší dílek je		2 mA
Ručka na 6. dílku zleva ukazuje		

## 5.2.1 Komentář k jednotlivým úlohám písemné práce

To, jaké úlohy a jaké poznávací operace byly do této písemné práce zvoleny, je zřejmé z tab. 4 níže.

Tab. 4 – Rozbor písemné práce na téma elektrický proud z hlediska poznávacích operací

Úloha 1 – Verze A (vedení proudu v kovech a kapalinách – viz úlohu 2 verze B)	
Kategorie	1 Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
Poznávací operace	1.2 Úlohy na reprodukci jednotlivých faktů, čísel, pojmů apod.
Komentář	Ze zadání je zřejmé, že úkolem žáka je reprodukovat v hodině naučená fakta – označení nosičů elektrického proudu v kovech a kapalinách.
Úloha 1 – Verze B (vodiče a izolanty – viz úlohu 2 verze A)	
Kategorie	1 Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
Poznávací operace	1.2 Úlohy na reprodukci jednotlivých faktů, čísel, pojmů apod.
Komentář	Úkolem žáka je vyjmenovat naučené pojmy a charakterizovat je.
Úloha 2 – Verze A (vodiče a izolanty – viz úlohu 1 verze B)	
Kategorie	2 Úlohy na jednoduché myšlenkové operace s poznatků
Poznávací operace	2.5 Úlohy na porovnávání a rozlišování
Komentář	Je zřejmé ze zadání úlohy.
Úloha 2 – Verze B (vedení proudu v kovech a kapalinách – viz úlohu 1 verze A)	
Kategorie	2 Úlohy na jednoduché myšlenkové operace s poznatků
Poznávací operace	2.5 Úlohy na porovnávání a rozlišování
Komentář	Je zřejmé ze zadání úlohy.
Úloha 3 – Verze A (obvod se žárovkami a zvonky – viz úlohu 4 verze B)	
Kategorie	2 Úlohy na jednoduché myšlenkové operace s poznatků
Poznávací operace	2.4 Úlohy na analýzu a syntézu
Komentář	Jedná se o jednu z typických úloh na syntézu. Úkolem je z několika požadavků sestavit (syntetizovat) obvod, který splňuje všechny požadavky najednou, a výsledkem je nový celek. Zároveň je to úloha na transformaci.
Úloha 3 – Verze B (žárovky v obvodu – viz úlohu 4 verze A)	
Kategorie	2 Úlohy na jednoduché myšlenkové operace s poznatků
Poznávací operace	2.4 Úlohy na analýzu a syntézu

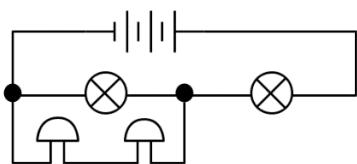
Komentář	Stejný jako výše ve verzi B.
Úloha 4 – Verze A (žárovky v obvodu – viz úlohu 3 verze B)	
Kategorie	2 Úlohy na jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.7 Úlohy na zjišťování vztahů mezi fakty
Komentář	Žák zde musí uvážít, jak ovlivňuje uspořádání žárovek v obvodu jejich funkci.
Úloha 4 – Verze B (obvod se žárovky a zvonky – viz úlohu 3 verze A)	
Kategorie	3 Úlohy na složité myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	3.1 Úlohy na transformaci
Komentář	Tato úloha vyžaduje transformovat schematické znázornění elektrického obvodu v slovní popis.
Úloha 5 – Verze A (příklad z praxe – viz úlohu 7 verze B)	
Kategorie	5 Úlohy vyžadující tvořivé myšlení
Poznávací operace	5.2 Úlohy na řešení problémových situací
Komentář	Jedná se o úlohu, se kterou se žák předtím pravděpodobně nesetkal a měla by navozovat problémovou situaci. Existuje více správných řešení.
Úloha 5 – Verze B (zdroje elektrického napětí – viz úlohu 6 verze A)	
Kategorie	1 Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
Poznávací operace	1.2 Úlohy na reprodukci jednotlivých faktů, čísel, pojmů apod.
Komentář	Jedná se o typickou úlohu této kategorie. Žák musí vyjmenovat typy zdrojů elektrického napětí, které byly zřejmě uvedeny ve výuce i v učebnici, a ke každému uvést příklady.
Úloha 6 – Verze A (zdroje elektrického napětí – viz úlohu 5 verze B)	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.6 Úlohy na třídění
Komentář	Na rozdíl od úlohy 5 ve verzi B se jedná o úlohu druhé kategorie, a to proto, že je žákovi sice prozrazeno, jaké typy elektrických zdrojů existují, avšak do těchto skupin musí již sám roztrdit předložené zdroje. Může se totiž stát, že se o některých těchto příkladech ve výuce nehovořilo, ale byly zvoleny tak, že se s nimi žák v běžném životě setkává.
Úloha 6 – Verze B (měřící přístroje – viz úlohu 7 verze A)	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.7 Úlohy na zjišťování vztahu mezi fakty
Komentář	Jedná se o analogické zadání úlohy 4 verze A – viz komentář výše.

Úloha 7 – Verze A (měřicí přístroje – viz úlohu 6 verze B)	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.4 Úlohy na analýzu a syntézu
Komentář	Je zřejmé, že se žák ve výuce naučil, jak se má ampérmetr a voltmetr do obvodu správně zapojit, a kdyby bylo jeho úkolem tato pravidla jen zopakovat, jednalo by se o poznávací operaci první kategorie. V tomto případě musí analyzovat uspořádání součástek v obvodu, který předtím neviděl.
Úloha 7 – Verze B (úloha z praxe – viz úlohu 5 verze A)	
Kategorie	5 Úlohy vyžadující tvořivé myšlení
Poznávací operace	5.2 Úlohy na řešení problémových situací
Komentář	Žák by měl k řešení této úlohy jednak vědět, že napětí ploché baterie je přibližně 4,5 V a napětí tužkové baterie je asi 1,5 V. Dále již řeší problém, se kterým se ve výuce pravděpodobně nesetkal.
Úloha 8 – Verze A i B (rozsahy měřících přístrojů)	
Kategorie	2 Úlohy na jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.1 Úlohy na zjišťování faktů (...vyhledávání v tabulkách, čtení grafů a schémat, provádění jednoduchých výpočtů...)
Komentář	Je zřejmé ze zadání úlohy.

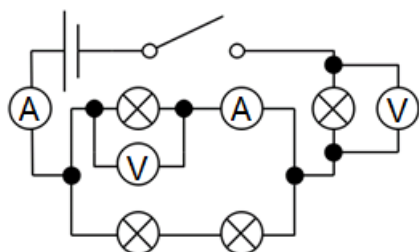
## 5.2.2 Správné řešení písemné práce

Verze A

1. a) volné elektrony    b) ionty
2. Vodič obsahuje volně pohyblivé nabitě částice, naopak izolant má nabitě částice vázané v atomech nebo v molekulách.
- 3.



4. a) nepravda    b) nepravda    c) pravda
5. Může z ní trochu polévky vylít do jiné nádoby, kam vloží elektrody spojené se zdrojem napětí a například se žárovkou. Ta by měla svítit.
6. monočlánky: C; baterie elektrických článků: B, D; akumulátory: A, E, F
- 7.



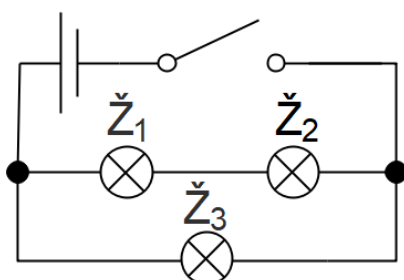
8.

Chceme měřit	Napětí	Proud
Nastavíme rozsah	100 V	3 mA
Použijeme stupnici číslo	3	2
Nejmenší dílek je	2 V	0,1 mA
Ručka na 6. dílku zleva ukazuje	12 V	0,6 mA

Verze B

1. Vodiče a izolanty. Vodiče obsahují volně pohyblivé nabitě částice a izolanty mají nabitě částice vázané v atomech nebo v molekulách.
2. V kovovém vodiči jsou nosičem proudu volně pohyblivé elektrony a v kapalinách ionty.

3.



4. V obvodu se nachází baterie elektrických článků, 2 žárovky a 2 zvonky. Baterie elektrických článků je zapojena s oběma žárovkami do série. Dvojice zvonků (zapojených sériově) je k jedné ze žárovek zapojena paralelně.
5. monočlánek: nástěnné hodiny, některé typy dálkových ovladačů od televize; baterie elektrických článků: svítidla, rozhlasový přijímač; akumulátor: notebook, telefon
6. a) nepravda    b) pravda    c) pravda
7. Může spojit sériově například dvě ploché baterie (celkem 9 V) a jednu tužkovou baterii (1,5 V).

8.

Chceme měřit	Napětí	Proud
Nastavíme rozsah	300 V	100 mA
Použijeme stupnici číslo	2	3
Nejmenší dílek je	10 V	2 mA
Ručka na 6. dílku zleva ukazuje	60 V	12 mA

### 5.3 Písemná práce – téma elektrický odpor, Ohmův zákon

Písemná práce je zaměřena na učivo, kterému se věnují stránky 137 až 145 již několikrát zmiňované učebnice (Kolářová & Bohuněk, 2001). Žák se zde seznámí s veličinou elektrický odpor, její jednotkou a zněním Ohmova zákona (pouze pro část elektrického obvodu). Kromě toho by měl pochopit vztah mezi veličinami proud, napětí a elektrický odpor. Přesto, že se v učebnici neuvádí vztah pro závislost elektrického odporu na vlastnostech vodiče (jsou zde uvedeny pouze kvalitativní závislosti na délce a průřezu vodiče), dle našich zkušeností se často na nižším gymnáziu tento poznatek vyučuje, proto byly úlohy využívající tento vztah zařazeny i do této písemné práce. Zadání písemné práce je uvedeno níže.

## Písemná práce – Elektrický odpor, Ohmův zákon

**Jméno:**

**Verze A**

**Hodnocení:**

---

1. Napište **znění** Ohmova zákona.

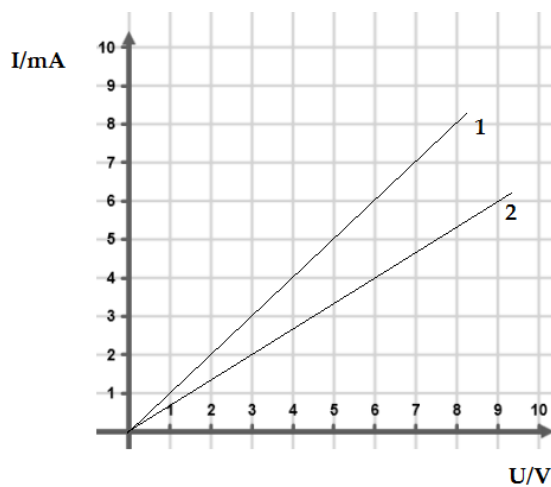
.....  
 .....

2. V grafu je voltampérová charakteristika dvou rezistorů.

- a) Určete **napětí** mezi svorkami rezistoru 1, prochází-li jím proud 0,005 A.
- b) Určete **proud** procházející rezistorem 2, je-li mezi jeho svorkami napětí 4,5 V.
- c) Určete **odpory** rezistorů.
- d) Podrobně **vysvětlete**, jak byste bez výpočtu určili, který rezistor má větší odpor.

Odpovědi:

- a) .....
- b) .....
- c) .....
- d) .....



3. V tabulce jsou uvedeny naměřené hodnoty elektrického proudu, který prochází při zadaných hodnotách napětí třemi různými součástkami. Rozhodněte, pro kterou součástku (které součástky) **je splněn Ohmův zákon a určete odpor** této součástky.

$\frac{U}{V}$	0	0,9	1,0	1,5	2,2	2,5
$\frac{I_1}{mA}$	0	12	24	36	48	50
$\frac{I_2}{mA}$	0	39	43	65	95	109
$\frac{I_3}{mA}$	0	40	56	73	84	89



4. **Porovnejte** odpory vodičů A, B, C ze stejného materiálu (jen kvalitativně).   
**Zdůvodněte** svoji výpověď.

- Vodič B má poloviční délku než vodič A a dvakrát menší obsah průřezu.
- Vodič C má dvojnásobnou délku než A a stejný obsah průřezu.

.....  
.....  
.....

5. Ve kterém okamžiku prochází topnou spirálou vařiče větší proud, v okamžiku po zapnutí, nebo po rozžhavení? **Zdůvodněte!**

.....  
.....  
.....

6. Určete **odpor** železného vodiče o obsahu průřezu  $2 \text{ mm}^2$  a délce 100 m.

7. Určete, pravděpodobně z **jakého materiálu** je vodič o délce 1 km, obsahu průřezu  $1 \text{ mm}^2$ , je-li jeho odpor  $27 \Omega$ ?

## Písemná práce – Elektrický odpor, Ohmův zákon

**Jméno:**

**Verze B**

**Hodnocení:**

---

1. Napište definici **jednoho ohmu**.

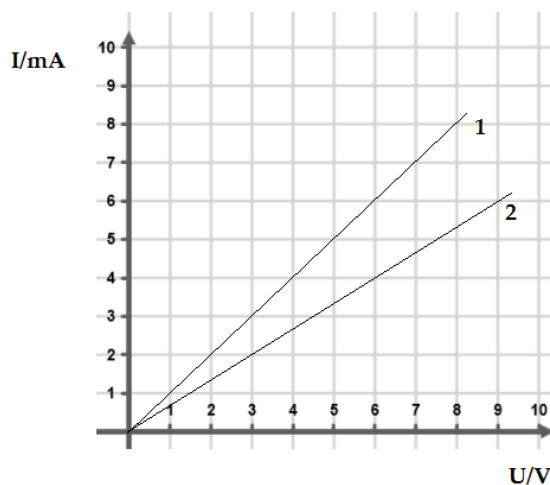
.....  
 .....

2. V grafu je voltampérová charakteristika dvou rezistorů.

- a) Určete **napětí** mezi svorkami rezistoru 2, prochází-li jím proud 0,003 A.
- b) Určete **proud** procházející rezistorem 1, je-li mezi jeho svorkami napětí 4 V.
- c) Určete **odpory** rezistorů.
- d) Podrobně **vysvětlete**, jak byste bez výpočtu určili, který rezistor má větší odpor.

Odpovědi:

- a) .....
- b) .....
- c) .....
- d) .....



3. V tabulce jsou uvedeny naměřené hodnoty elektrického proudu, který prochází při zadaných hodnotách napětí třemi různými součástkami. Rozhodněte, pro kterou součástku (které součástky) **je splněn Ohmův zákon a určete odpor** této součástky.

$\frac{U}{V}$	0	0,9	1,0	1,5	2,2	2,5
$\frac{I_1}{mA}$	0	12	24	36	48	50
$\frac{I_2}{mA}$	0	39	43	65	95	109
$\frac{I_3}{mA}$	0	40	56	73	84	89

Zdroj: Žák (2011, s. 156)

4. **Porovnejte** odpory vodičů A, B, C ze stejného materiálu (jen kvalitativně).

**Zdůvodněte** svoji výpověď.

- Vodič B má dvojnásobnou délku než vodič A a stejný obsah průřezu.
- Vodič C má poloviční délku než A a má dvakrát menší obsah průřezu.

.....

.....

.....

5. Ve kterém okamžiku prochází topnou spirálou vařiče menší proud, v okamžiku po zapnutí, nebo po rozžhavení? **Zdůvodněte!**

.....

.....

.....

6. Určete **odpor** měděného vodiče o obsahu průřezu  $2 \text{ mm}^2$  a délce 200 m.

7. Určete, pravděpodobně z **jakého materiálu** je vodič o délce 1 km, obsahu průřezu  $1 \text{ mm}^2$ , je-li jeho odpor  $500 \Omega$ ?

### 5.3.1 Komentář k jednotlivým úlohám písemné práce

Jednotlivé úlohy písemné práce jsou rozebrány v následující tab. 5.

Tab. 5 – Rozbor písemné práce na téma elektrický odpor, Ohmův zákon z hlediska poznávacích operací

Úloha 1	
Kategorie	1 Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
Poznávací operace	1.2 Úlohy na reprodukci jednotlivých faktů, čísel, pojmů apod.
Komentář	Verze A i B: V obou verzích musí žák pouze reprodukovat znění zákona/definice.
Úloha 2	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.1 Úlohy na zjišťování faktů (...čtení grafů a schémat, provádění jednoduchých výpočtů...).
Komentář	Verze A i B: Žák musí umět číst hodnoty z grafu a dle vztahu $R = \frac{U}{I}$ dopočítat odpor rezistorů.
Úlohy 3	
Kategorie	2 Úlohy na jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.4 Úlohy na analýzu a syntézu a také 3.3 Úlohy na vyvozování (indukci)
Komentář	Verze A i B: Úkolem je analyzovat tabulku a pochopit vztahy mezi danými veličinami – uvědomit si, zda platí přímá úměrnost apod.
Úloha 4	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.5 Úlohy na porovnávání a rozlišování
Komentář	Verze A i B: Je zřejmé ze zadání úlohy.
Úloha 5	
Kategorie	5 Úlohy vyžadující tvořivé myšlení
Poznávací operace	5.2 Úlohy na řešení problémových situací
Komentář	Verze A i B: Žák řeší problémovou úlohu, se kterou se předtím ve výuce pravděpodobně nesetkal. Měl by znát pouze závislost odporu vodiče na teplotě a tohoto poznatku využít k formulaci a zdůvodnění své hypotézy.
Úlohy 6 a 7	

Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.9 Úlohy kvantitativní, rutinní
Komentář	Verze A i B: Žák řeší kvantitativní úlohu s neznámou veličinou, využije známého vztahu závislosti odporu vodiče na jeho vlastnostech. Kromě toho v úloze 7 musí spočtenou hodnotu měrného elektrického odporu najít ve fyzikálních tabulkách a zjistit, o jaký materiál se jedná. Proto bychom tuto část úlohy mohli považovat za úlohu podkategorie 2.1 Úlohy na zjišťování faktů (...vyhledávání v tabulkách...).

### 5.3.2 Správné řešení písemné práce

Verze A

1. Proud procházející vodičem je přímo úměrný napětí mezi jeho konci, nemění-li se teplota.
2. a) 5 V            b) 3 mA            c) první: 1 kΩ; druhý: 1,5 kΩ  
d) Z grafu lze vidět, že při stejném napětí prochází prvním vodičem větší proud, proto má menší odpor.
3. Ohmův zákon (pro část elektrického obvodu) je přibližně splněn pro druhou součástku a její odpor je přibližně 23 Ω.
4. Odpor vodiče závisí přímo úměrně na jeho délce a nepřímo úměrně na jeho obsahu. Jestliže je vodič B dvakrát kratší a současně má dvakrát menší obsah průřezu, musí mít vodiče A a B stejné odpory. Vodič C je dvakrát delší než vodič A i B, jeho odpor je proto větší (konkrétně dvakrát).
5. V kovovém vodiči s rostoucí teplotou roste i jeho odpor. Větší proud tedy spirálou prochází v okamžiku zapnutí.
6.  $R = \rho \frac{l}{S} = 0,1 \cdot 10^{-6} \frac{100}{2 \cdot 10^{-6}} \Omega = 5 \Omega$
7.  $\rho = \frac{RS}{l} = \frac{27 \cdot 10^{-6}}{10^3} = 0,027 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$  (hliník)

## Verze B

1. Vodič má odpor  $1 \Omega$ , jestliže při elektrickém napětí  $1 \text{ V}$  mezi jeho konci prochází tímto vodičem proud  $1 \text{ A}$ .
2. a)  $4,5 \text{ V}$                       b)  $4 \text{ mA}$                       c) první:  $1 \text{ k}\Omega$ ; druhý:  $1,5 \text{ k}\Omega$   
d) Z grafu lze vidět, že při stejném napětí prochází druhým vodičem menší proud, proto má větší odpor.
3. Ohmův zákon (pro část elektrického obvodu) je přibližně splněn pro druhou součástku a její odpor je přibližně  $23 \Omega$ .
4. Odpor vodiče závisí přímo úměrně na jeho délce a nepřímo úměrně na jeho obsahu. Jestliže je vodič B dvakrát delší a má stejný obsah průřezu než vodič A, musí mít (dvakrát) větší odpor. Vodič C má poloviční délku než vodič A a má také poloviční obsah průřezu, jejich odpory jsou tedy stejné.
5. V kovovém vodiči s rostoucí teplotou roste i jeho odpor. Menší proud tedy spirálou prochází po rozžhavení.
6.  $R = \rho \frac{l}{S} = 0,017 \cdot 10^{-6} \frac{200}{2 \cdot 10^{-6}} \Omega = 1,7 \Omega$
7.  $\rho = \frac{RS}{l} = \frac{500 \cdot 10^{-6}}{10^3} = 0,5 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$  (konstantan)

## 5.4 Písemná práce – téma výsledný odpor rezistorů, reostat

Poslední písemná práce, která byla vytvořena pro účely této rigorózní práce, se týká tématu výsledný odpor rezistorů zapojených sériově a paralelně a dále sem byla zařazena součástka reostat, veličiny práce a výkon elektrického pole. Tato témata jsou uvedena v učebnici fyziky pro 8. ročník základní školy na stranách 146 až 163 (viz Kolářová & Bohuněk, 2001). Zadání písemné práce viz níže.

## Písemná práce – Výsledný odpor rezistorů, reostat

**Jméno:**

**Verze A**

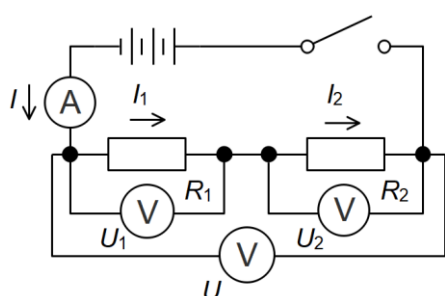
**Hodnocení:**

1. Na obrázku je schéma obvodu, ve kterém jsou dva rezistory zapojeny sériově.

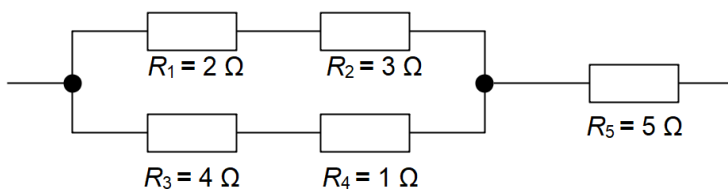
a) Určete, jaký je vztah mezi napětími:  $U_1, U_2, U$ .

b) Určete, jaký je vztah mezi proudy:  $I_1, I_2, I$ .

c) Pomocí předchozích vztahů a Ohmova zákona **odvoďte vztah** pro výsledný odpor těchto rezistorů.



2. Určete **výsledný odpor** rezistorů na obrázku.



3. Na osvětlení dílny se používá 40 LED žárovek. Každá má příkon 7 W, žárovky svítí tři hodiny denně zbytečně. Jaká elektrická energie přijde takto nazmar za 2 dny? **Výsledek uveďte v následujících jednotkách:** kW. h, kJ.

Výsledky: .....



4. Na obrázku níže je schéma zapojení reostatu v obvodu s voltmetrem.

a) **Porovnejte**, jak se bude měnit hodnota napětí na voltmetru, posouváme-li jezdcu C z polohy B do polohy A.

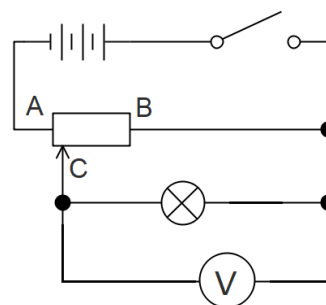
.....  
.....

b) K čemu se v tomto případě reostat používá?

.....  
.....

c) **Vysvětlete**, jak reostat funguje.

.....  
.....  
.....

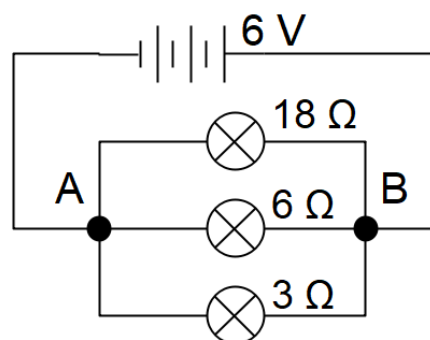


5. Následující úlohy se týkají schématu níže.

a) **Porovnejte** svit jednotlivých žárovek.

.....  
.....  
.....

b) **Vyznačte** šipkami směry všech proudů vycházejících i vcházejících do uzlu A.



c) Jaké je **napětí** mezi body A a B?

.....  
.....

d) Jaký **proud** prochází žárovkou o odporu 3 Ω?

.....  
.....

Písenná práce – Výsledný odpor rezistorů, reostat

Jméno:

Verze B

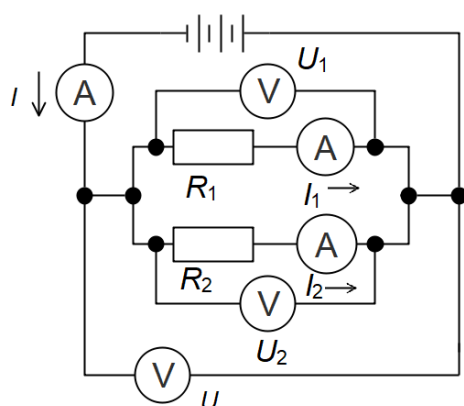
Hodnocení:

1. Na obrázku je schéma obvodu, ve kterém jsou dva rezistory zapojeny paralelně.

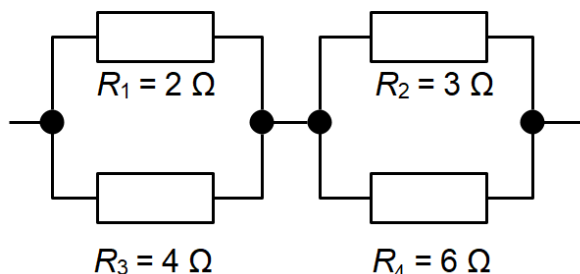
a) Určete, jaký je vztah mezi napětími:  $U_1, U_2, U$ .

b) Určete, jaký je vztah mezi proudy:  $I_1, I_2, I$ .

c) Pomocí předchozích vztahů a Ohmova zákona **odvoďte vztah** pro výsledný odpor těchto rezistorů.



2. Určete **výsledný odpor** rezistorů na obrázku.



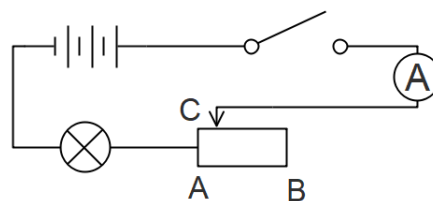
3. Na osvětlení dílny se používá 30 LED žárovek. Každá má příkon 6 W, žárovky svítí dvě hodiny denně zbytečně. Jaká elektrická energie přijde takto nazmar za 4 dny? **Výsledek uveďte v následujících jednotkách:** kW. h, kJ.

Výsledky: .....

4. Na obrázku vpravo je schéma zapojení reostatu v obvodu s voltmetrem.

a) **Porovnejte** svit žárovky, posouváme-li jezdc z polohy **A do polohy B**.

.....  
 .....  
 .....



b) K čemu se v tomto případě reostat používá?

.....  
 .....

c) **Vysvětlete**, jak reostat funguje.

.....  
 .....

5. Následující úlohy se týkají schématu níže.

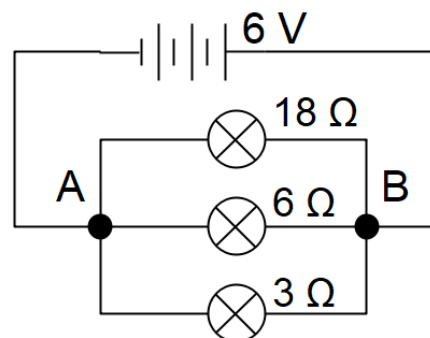
a) **Porovnejte** svit jednotlivých žárovek.

.....  
 .....

b) **Vyznačte** šipkami směry všech proudů vycházejících i vcházejících do uzlu B.

c) Jaké je **napětí** mezi body A a B?

.....  
 .....  
 .....



d) Jaký **proud** prochází žárovkou o odporu 18 Ω?

.....  
 .....

## 5.4.1 Komentář k jednotlivým úlohám písemné práce

Jednotlivé úlohy a poznávací operace, kterých se obě verze této písemné práce týkají, jsou popsány v tab. 6 níže.

Tab. 6 – Rozbor písemné práce na téma výsledný odpor rezistorů, reostat z hlediska poznávacích operací

Úlohy 1 a) 1 b)	
Kategorie	1 Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
Poznávací operace	1.3 Úlohy na reprodukci zákonů, definic, norem, pravidel apod.
Komentář	Verze A/B: Žák má uvést, jaký vztah platí mezi celkovým napětím a napětím na rezistorech zapojených sériově/paralelně; obdobně pro proudy. Tyto vztahy byly již vysvětleny ve výuce, proto tyto podúlohy řadíme k první kategorii taxonomie D. Tollingerové.
Úloha 1 c)	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatků
Poznávací operace	2.4 Úlohy na rozbor a skladbu
Komentář	Verze A/B: Žák má za úkol odvodit výsledný vztah pro odpor rezistorů zapojených sériově/paralelně. Musí tedy syntetizovat vztahy z podotázek 1 a) a 1 b). V případě, že byl tento vztah odvozen již ve výuce, jednalo by se o kategorii 1 Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků, konkrétně poznávací operace 1.3 reprodukce definic, norem, pravidel.
Úloha 2	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatků
Poznávací operace	2.4 Úlohy na rozbor a skladbu 2.9 Úlohy kvantitativní, rutinní
Komentář	Verze A i B: Úkolem žáka je spočítat výsledný odpor rezistorů podle uvedeného schématu. Nejedná se však o schéma, kde jsou zapojeny pouze dva rezistory buď sériově, nebo paralelně, proto se jedná kromě kvantitativní úlohy také o úlohu zaměřenou na analýzu a syntézu.
Úloha 3	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatků
Poznávací operace	2.9 Úlohy kvantitativní, rutinní
Komentář	Verze A i B: Jedná se o úlohu kvantitativní, kterou žák vyřeší pomocí známých vztahů.

Úloha 4 a)	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.5 Úlohy na porovnávání a rozlišování
Komentář	Verze A/B: Žák má porovnat, jak se bude měnit hodnota napětí na voltmetru/svit žárovky v obvodu, kde je zapojen reostat.
Úloha 4 b)	
Kategorie	1 Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
Poznávací operace	1.1 Úlohy na znovupoznání
Komentář	Verze A/B: Žák má za úkol podle zapojení reostatu v daném obvodu rozpoznat, že se jedná o zapojení reostatu jako děliče napětí ke změně proudu v obvodu. Žák tyto dvě možnosti zapojení již viděl (uvedeno i v učebnici), proto se jedná o pouhé rozpoznání již známé skutečnosti.
Úloha 4 c)	
Kategorie	3 Úlohy vyžadující složitější myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	3.2 Úlohy na výklad, vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění apod.
Komentář	Verze A i B: Žák by měl zdůvodnit, že odpor vodiče závisí na jeho délce, a dále by měl podrobně vysvětlit, jak tuto délku ovlivňuje posouvání jezdecky, co způsobuje změnu napětí/proudu v obvodu.
Úloha 5 a)	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.5 Úlohy na porovnávání a rozlišování
Komentář	Verze A i B: Je zřejmé ze zadání úlohy.
Úloha 5 b)	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.1 Úlohy na zjišťování faktů (...čtení grafů, schémat ...)
Komentář	Verze A i B: Je zřejmé ze zadání úlohy.
Úlohy 5 c) 5 d)	
Kategorie	2 Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
Poznávací operace	2.9 Úlohy kvantitativní, rutinní
Komentář	Verze A i B: Žák k řešení úlohy vypočítá neznámé veličiny ze známých fyzikálních vztahů.

## 5.4.2 Správné řešení písemné práce

Verze A

- $U = U_1 + U_2$
  - $I = I_1 = I_2$
  - $U = U_1 + U_2 \Rightarrow IR = IR_1 + IR_2 \Rightarrow R = R_1 + R_2$
  
- $R = \left( \frac{1}{R_1+R_2} + \frac{1}{R_3+R_4} \right)^{-1} + R_5 = 7,5 \Omega$
  
- $N = 40, P_0 = 7 \text{ W}, t = 3 \text{ h} = 10\,800 \text{ s}$   
 $E = N \cdot P_0 \cdot t = 40 \cdot 7 \cdot 10\,800 = 3\,024\,000 \text{ J}$   
Za dva dny přijde nazmar energie  $6\,048\,000 \text{ J} = 6\,048 \text{ kJ} = 1,68 \text{ kW} \cdot \text{h}$ .
  
- Posouváme-li jezdce z polohy B do polohy A, bude se hodnota napětí na voltmetru zvětšovat a v poloze A dosáhne maximální hodnoty.
  - Reostat je zapojen jako dělič napětí (potenciometr). Lze ho použít například tehdy, jestliže chceme měnit napětí mezi svorkami žárovky.
  - V reostatu se nachází dlouhý zatočení vodič – cívka. Posouváme-li jezdce z polohy B do polohy A, zvětšuje se délka vodiče připojeného k žárovce a voltmetru, zvětšuje se tedy napětí mezi jejich svorkami.
  
- Žárovka, která má nejmenší odpor ( $3 \Omega$ ), bude svítit s největší intenzitou, naopak žárovka s největším odporem ( $18 \Omega$ ) bude svítit s nejmenší intenzitou.
  - Za dohodnutý směr proudu považujeme pohyb kladně nabitých částic, tedy od kladné svorky zdroje (ta je v obrázku více vpravo) k záporné svorce (v obrázku více vlevo. Do uzlu A tedy vstupuje proud ze všech tří větev zprava a vystupuje z uzlu A směrem doleva.
  - 6 V.
  - $I = \frac{6}{3} \text{ A} = 2 \text{ A}$ .

## Verze B

1. a)  $U = U_1 = U_2$

b)  $I = I_1 + I_2$

c)  $I = I_1 + I_2 \Rightarrow \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

2.  $R = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1} + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}\right)^{-1} = \frac{10}{3} \Omega$

3.  $N = 30, P_0 = 6 \text{ W}, t = 2 \text{ h} = 7\,200 \text{ s}$

$$E = N \cdot P_0 \cdot t = 30 \cdot 6 \cdot 7\,200 = 1\,296\,000 \text{ J}$$

Za dva dny přijde nazmar energie  $5\,184\,000 \text{ J} = 5\,184 \text{ kJ} = 1,44 \text{ kW} \cdot \text{h}$ .

4. a) Posouváme-li jezdce z polohy A do polohy B, bude žárovka postupně svítit méně.

b) Reostat je zapojen jako regulátor proudu. Lze ho použít například tehdy, jestliže chceme měnit velikost proudu protékající žárovkou.

c) V reostatu se nachází dlouhý zatočení vodič – cívka. Posouváme-li jezdce z polohy A do polohy B, zvětšuje se délka vodiče připojeného k žárovce, zvětšuje se tedy jeho odpor a proud procházející žárovkou se zmenšuje.

5. a) Žárovka, která má nejmenší odpor ( $3 \Omega$ ), bude svítit s největší intenzitou, naopak žárovka s největším odporem ( $18 \Omega$ ) bude svítit s nejmenší intenzitou.

b) Za dohodnutý směr proudu považujeme pohyb kladně nabitých částic, tedy od kladné svorky zdroje (ta je v obrázku více vpravo) k záporné svorce (v obrázku více vlevo). Do uzlu B tedy vstupuje proud ze všech tří větev zprava a vystupuje z uzlu A směrem doleva.

c)  $6 \text{ V}$ .

d)  $I = \frac{6}{18} \text{ A} = \frac{1}{3} \text{ A}$ .

## Závěr

Předložená rigorózní práce se týká především třídění fyzikálních (obecně učebních) úloh s přihlédnutím k poznávacím operacím, které žák (student) v průběhu jejich řešení používá. Tato práce navazuje na autorčinu diplomovou práci s názvem *Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací* (obhájena roku 2014, viz [www.cuni.cz](http://www.cuni.cz), Repozitář závěrečných prací). Z tohoto důvodu byly některé části textu (zejména kapitola 1 a 2) diplomové práce do práce rigorózní převzaty a pouze formálně upraveny. Za hlavní cíle rigorózní práce bylo stanoveno:

- Roztřídit fyzikální úlohy ve Sbírce řešených úloh z fyziky, která je dostupná na <http://reseneulohy.cz>, podle poznávacích operací.
- Vytvořit podpůrný materiál pro tvůrce Sbírky řešených úloh obsahující základní informace o úlohách k rozvoji různých poznávacích operací a o procesu jejich třídění.
- Vytvořit čtyři zadání písemných prací z fyziky určených žákům 8. ročníku ZŠ nebo odpovídajícímu ročníku víceletých gymnázií s důrazem na různé typy úloh z hlediska poznávacích operací.

Prvním krokem, který byl nezbytným předpokladem k splnění výše stanovených cílů, bylo studium teorie učebních úloh. Proto je první kapitola této práce věnována základnímu vymezení *učební úlohy* a *otázky*. Kromě toho jsou zde vysvětleny jejich *typické znaky, formy, funkce, význam a možnosti využití* ve výuce.

Druhým krokem bylo (z důvodů popsaných v podkapitole 2.1) propojit *učební úlohu s výukovými cíli*, čemuž je věnována druhá kapitola. Existuje totiž několik hledisek, podle kterých lze fyzikální úlohy třídit, a to například podle *obsahu* (mechanika, optika apod.), podle *stupně školy*, ke kterému se vztahují (základní, střední atd.), nebo podle výše zmíněných *poznávacích operací*, které může daná úloha rozvíjet. Jsme toho názoru, že učitelé by měli na fyzikální úlohy nahlížet i z tohoto hlediska. Vhodně zvolené fyzikální úlohy totiž slouží nejen k pochopení, prohlubování a procvičování probíraného učiva, ale jsou také prostředkem k rozvoji *nižších a vyšších kognitivních úrovní* (viz podkapitolu 3.1). To všechno může přispívat k naplnění předem stanovených výukových cílů.



Jak už bylo zmíněno výše, prvním z cílů této práce je *roztřídit fyzikální úlohy ve Sbírce řešených úloh podle poznávacích operací*. K tomu nám byla předlohou taxonomie D. Tollingerové (viz 2.2.2), která se ve své práci opírala hlavně o revidovanou Bloomovu taxonomii poznávacích cílů podle E. B. Frye (viz 2.2.1). D. Tollingerová vypracovala členění učebních úloh, které uspořádala do pěti kategorií podle poznávacích operací nutných k jejich vyřešení. Tato taxonomie obsahuje celkem 27 typů poznávacích operací. V této rigorózní práci se zaměřujeme jen na ty typy poznávacích operací, které se v období analýzy (leden až březen 2017) Sbírkou učebních úloh v této *Sbírce* vyskytovaly. Jedná se celkem o sedmáct typů poznávacích operací (viz tab. 2, podkapitola 4.2). Kvůli lepšímu pochopení jednotlivých poznávacích operací jsou jejich stručné charakteristiky a základní znaky sepsány v podkapitolách 3.3.1 až 3.3.17. K tomu byla využita odborná literatura (viz *Seznam použité literatury*), především publikace Svobody a Kolářové (2006).

Následně proběhla analýza *Sbírkou*, která v této době obsahovala celkem 920 fyzikálních úloh (v českém jazyce) a byla rozdělena podle obsahu na témata *mechanika, teoretická mechanika, termodynamika a molekulová fyzika, elektřina a magnetismus, optika a fyzika mikrosvěta*. Cílem bylo tyto úlohy roztřídit také podle poznávacích operací. Rozhodování o tom, ke které poznávací operaci příslušná úloha patří, je také do určité míry ovlivněno subjektivním pohledem toho, kdo úlohy třídí. Z tohoto důvodu proběhlo třídění úloh dvěma experty – autorkou práce a vedoucím práce. Ve *Sbírce* jsou názvem příslušné poznávací operace označeny pouze ty úlohy (viz ikony vpravo u každé úlohy, <http://reseneulohy.cz>), u kterých došlo ke vzájemné shodě. Bylo zjištěno, že jsou ve *Sbírce* z celkového počtu 920 úloh nejvíc zastoupeny *úlohy rutinní* – celkem 121 úloh (tj. cca 13,2 %), *úlohy na dedukci* – celkem 116 úloh (tj. cca 12,6 %) a *úlohy na syntézu* – 112 úloh (tj. cca 12,2 %). Naopak, úlohy zaměřené na *zobecnování, konkretizaci, výklad, indukci a třídění* se ve *Sbírce* vyskytují jen v malém množství. Je ale nutné připomenout, že bylo (z důvodů popsaných v podkapitole 4.1) k daným operacím zařazeno pouze 56 % (tj. 514) všech úloh, a je tedy zřejmé, že zde ve skutečnosti může být poznávacích operací mnohem více. Podrobnější výsledky analýzy složení *Sbírkou* jsou k nalezení v podkapitole 4.2 (viz graf 1 až graf 6). Dle našeho doporučení by bylo vhodné v budoucnu *Sbírkou* doplnit o úlohy, které se zde nevyskytují (především úlohy páté kategorie taxonomie D. Tollingerové, viz 2.2.2), nebo se zde vyskytují jen v malém množství (např. úlohy na *zobecnování, konkretizaci, indukci, třídění* atd.).

Druhým hlavním cíle práce bylo vytvořit *podpůrný materiál pro tvůrce Sbírk* řešených úloh obsahující základní informace o úlohách k rozvoji různých poznávacích operací a o procesu jejich třídění. Do tohoto materiálu jsou kromě stručných charakteristik jednotlivých poznávacích operací zařazeny i konkrétní ukázky úloh ze *Sbírk* s vepsaným komentářem (podrobně viz *Přílohu*).

Třetím cílem rigorózní práce bylo vytvořit *čtyři zadání písemných prací z fyziky s důrazem na různé typy úloh z hlediska poznávacích operací*. Celkem byly ke každé ze čtyř písemných prací vytvořeny dvě verze A a B. Písemné práce se týkají témat *elektrostatika; elektrický proud; elektrický odpor, Ohmův zákon; výsledný odpor rezistorů, reostat*. Všechny písemné práce (jejich zadání viz v podkapitolách 5.1 až 5.4) jsou sestaveny tak, aby obsahovaly různorodé typy úloh, co se poznávacích operací týče. Kromě toho jsou zde uvedeny i rozbory jednotlivých písemných prací (viz tab. 3 až tab. 6) a jejich řešení je k nalezení v částech 5.1.2, 5.2.2, 5.3.2 a 5.4.2.

## Seznam použité literatury

- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York: David McKay Company.
- Dave, R. H. (1970). Psychomotor Levels. In R. J. Armstrong, *Developing and Writing Behavioral Objectives*. Tucson AZ: Educational Innovators Press.
- 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., 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.
- Kalhous, Z., & Obst, O. (2002). *Školní didaktika*. Praha: Portál.
- Klimeš, L. (2005). *Slovník cizích slov*. Praha: SPN.
- Kolářová, R., & Bohuněk, J. (2001). *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. Praha: Prometheus
- Komenský, J. A. (1946). *Didaktika analytická*. Praha: Samcovo knihkupectví.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of Educational Objectives. The Classification of Educational Goals. Handbook II: Affective Domain*. New York: David McKay Company.
- 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>
- Kürtiová, A. (2014). *Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací*. Praha. Diplomová práce. KDF MFF UK. Vedoucí práce RNDr. Vojtěch Žák, Ph.D. Dostupné z [www.cuni.cz](http://www.cuni.cz) v Repozitáři závěrečných prací.
- Maňák, J., & Janík, T. (2009). Cíle výchovy a vzdělávání. In J. Průcha (Ed.),

- Pedagogická encyklopedie* (pp. 132–137). Praha: Portál.
- Mareš, J., & Krívohlavý, 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.
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2001). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál.
- Svoboda, E., & Kolářová, R. (2006). *Didaktika fyziky základní a střední školy – vybrané kapitoly*. Praha: Karolinum.
- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (2007). Praha: MŠMT. Dostupné z <http://www.msmt.cz>
- 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).
- Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus.

## Příloha

### Podpůrný materiál pro tvůrce Sbírký řešených úloh<sup>13</sup>

---

---

<sup>13</sup> Poznámka: V této příloze rigorózní práce nebylo dodrženo formátování práce, které je uvedeno v požadavcích práce na stránkách MFF, a to z toho důvodu, že byl podpůrný materiál původně vytvořen především pro účely třídění nově vytvořených fyzikálních úloh do Sbírký řešených úloh a do této práce byl vložen beze změn, k čemuž bylo potřeba v určitých místech zmenšit požadovaný pravý okraj z 2,5 cm až na 1 cm. Dále bychom zde rádi poznamenali, že z důvodu, že se jedná o interní materiál Katedry didaktiky fyziky nebylo v rozsahu celého textu dbáno na odborné vyjadřování.

## Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>II</b>
<b>2 Typy učebních úloh a jejich značení ve Sbírce .....</b>	<b>II</b>
<b>3 Charakteristika poznávacích operací a ukázky k nim .....</b>	<b>IV</b>
3.1 Úlohy na zjišťování faktů (ZF) .....	V
3.2 Úlohy na analýzu (AN) a syntézu (SY) .....	V
3.3 Úlohy na porovnávání a rozlišování (PO) .....	VII
3.4 Úlohy na třídění (TŘ) .....	IX
3.5 Úlohy na zjišťování vztahu mezi fakty (VZ) .....	IX
3.6 Úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování (ZO, KO) .....	X
3.7 Rutinní úlohy (RU) .....	XI
3.8 Úlohy na překlad, transformaci (PŘ) .....	XIII
3.9 Úlohy na výklad, vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění (VY) .....	XIII
3.10 Úlohy na vyvozování, indukci (IN) .....	XIV
3.11 Úlohy na odvozování, dedukci (DE) .....	XV
3.12 Úlohy na dokazování (DO) .....	XV
3.13 Úlohy na hodnocení (HO) .....	XVI
3.14 Úlohy na řešení problémových situací (PS) .....	XVII
3.15 Úlohy na objevování na základě vlastních úvah (VÚ) .....	XVII
<b>4 Doplnující otázky týkající se operací a úloh .....</b>	<b>XVIII</b>
4.1 Platí v každém případě, že „jedna úloha = jedna operace“? .....	XVIII
4.2 Úlohy vyžadující zapojení dvou rovnocenných operací .....	XX
4.3 Jak rozpoznat, která operace je hlavní? .....	XXII
4.4 Úlohy řešené pomocí tří a více operací .....	XXIII
<b>5 Závěr .....</b>	<b>XXIV</b>

## 1 Úvod

Fyzikální (obecně učební) úlohy lze dělit různými způsoby. Jedním z nejčastějších způsobů je dělení **podle obsahu**, konkrétně ve *Sbírce řešených úloh* (dále *Sbírka*) jsou to např. úlohy z mechaniky, elektřiny a magnetismu, optiky atd. Další způsob, který je zde použit, je třídění úloh **podle stupně školy, ke kterému se vztahují**, a to na úlohy pro žáky základní, střední a vysoké školy. Na fyzikální úlohy lze však nahlížet i jinak, více psychologicky. Tento pohled umožňuje úlohy třídit podle způsobu jejich řešení, jinak řečeno **podle poznávacích (kognitivních) operací**, které probíhají „v hlavě řešitele“ a typicky je v průběhu řešení používá. Z mnoha důvodů<sup>1</sup> je vhodné, aby učitel do výuky cíleně zařazoval úlohy nejen z hlediska tématu, ale i podle toho, jaké poznávací operace u žáka rozvíjí. Zatímco tematické rozdělení *Sbírky* je důležité k jednoduché orientaci hlavně pro žáka, rozdělení podle poznávacích operací využije především učitel.

Tento podpurný materiál je určen tvůrcům úloh *Sbírky* a obsahuje vysvětlení jednotlivých poznávacích operací s cílem ozřejmit, jak třídit, případně i vytvořit další úlohy zaměřené na vybrané poznávací operace. Součástí tohoto textu jsou i ukázky charakteristických fyzikálních úloh, kde jsou poznávací operace uplatněny, a vyskytuje se zde i komentář ke znakům, na základě kterých příslušnou poznávací operaci rozpoznáme.

*Poznámka: V tomto textu jsou některé myšlenky převzaty z publikace Didaktika fyziky základní a střední školy (Svoboda & Kolářová, 2006), avšak kvůli přehlednosti textu zde odkazy neuvádíme.*

## 2 Typy učebních úloh a jejich značení ve *Sbírce*

Z hlediska poznávacích operací lze úlohy (podle D. Tollingerové) rozdělit do pěti kategorií, z nichž každá obsahuje několik typů úloh dané obtížnosti. Jedná se o následující typy úloh:

1. Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
  - 1.1 znovupoznání
  - 1.2 reprodukci jednotlivých čísel, faktů, pojmů
  - 1.3 reprodukci zákonů, definic, norem, pravidel
  - 1.4 reprodukci větších textových celků, tabulek

---

<sup>1</sup> Podrobněji viz diplomovou práci *Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací*, která je dostupná na [www.cuni.cz](http://www.cuni.cz) v Repozitáři závěrečných prací – autorka Alica Kürtiová.

2. Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
  - 2.1 zjišťování faktů (měření, vyhledávání v tabulkách, čtení grafů a schémat, vážení, provádění jednoduchých výpočtů)
  - 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 kvantitativních úloh (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 sensorické bázi)
  - 5.5 objevování na základě vlastních úvah (na racionální bázi)

Celkem existuje (podle této taxonomie) 27 typů úloh. Tvůrci úloh *Sbírký* by se kvůli jejich množství mohlo zdát, že rozpoznání a zařazení vytvořené úlohy do příslušné kategorie bude velmi problematické. Na druhou stranu některé kategorie úloh se ve *Sbírcce* vůbec nevyskytují, jako například kategorie 1 (příliš jednoduché úlohy, vhodné spíše k ústnímu zkoušení a opakování látky) a kategorie 4 – tyto můžeme na základě povahy *Sbírký* vyloučit. Je proto nejpravděpodobnější, že vytvořená fyzikální úloha se bude nacházet ve druhé nebo třetí kategorii. Kategorie



5 obsahuje některé zajímavé typy úloh, které se však ve *Sbírce* zatím také nacházejí jen ojediněle.

V tabulce níže jsou uvedeny ty typy úloh, které se vyskytují ve *Sbírce*, a ve sloupci vpravo je uvedeno, jakým způsobem se daný typ úlohy ve *Sbírce* značí.

Tabulka A: Značení typů úloh ve *Sbírce*

Číslování dle Tollingerové	Typ úloh podle poznávacích operací	Značení ve <i>Sbírce</i>
2.1	úlohy na zjišťování <b>f</b> aktů	ZF
2.4	úlohy na <b>a</b> nalýzu	AN
2.4	úlohy na <b>s</b> yntézu	SY
2.5	úlohy na <b>p</b> orovnávání a rozlišování	PO
2.6	úlohy na <b>t</b> řídění	TŘ
2.7	úlohy na zjišťování <b>v</b> ztahu mezi fakty	VZ
2.8	úlohy na abstrakci, <b>z</b> obecňování	ZO
2.8	úlohy na <b>k</b> onkretizaci	KO
2.9	úlohy <b>r</b> utinní	RU
3.1	úlohy na <b>p</b> řeklad, transformaci	PŘ
3.2	úlohy na výklad, <b>v</b> ysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění	VY
3.3	úlohy na vyvozování ( <b>i</b> ndukci)	IN
3.4	úlohy na odvozování ( <b>d</b> edukci)	DE
3.5	úlohy na <b>d</b> okazování, ověřování	DO
3.6	úlohy na <b>h</b> odnocení	HO
5.2	úlohy na řešení <b>p</b> roblémových <b>s</b> ituací	PS
5.5	úlohy na objeovávání na základě <b>v</b> lastních <b>ú</b> vah	VÚ

### 3 Charakteristika poznávacích operací a ukázky úloh

V této části jsou stručně vysvětleny některé poznávací operace, které jsou ve *Sbírce* frekventovanější. Nebudeme se zde téměř vůbec zabývat úlohami první kategorie (úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků) a čtvrté kategorie (úlohy vyžadující sdělení poznatků). Úlohy páté kategorie (úlohy vyžadující tvořivé myšlení) zde popíšeme jen stručně. Tyto úlohy se zatím ve *Sbírce* téměř nevyskytují, avšak v případě zájmu o několik charakteristických ukázek doporučujeme publikaci *Didaktika fyziky základní a střední školy* E. Svobody a R. Kolářové (2006).

### 3.1 Úlohy na zjišťování faktů (ZF)

Tato poznávací operace zahrnuje například *měření, vyhledávání v tabulkách, čtení grafů a schémat, provádění jednoduchých výpočtů* atd. Viz následující dvě ukázky úloh č. 336, č. 15 ve *Sbírce*:

**Úloha 336 (Jak veliký je jeden mol?)**

a) Za pomoci tabulek určete hmotnost a objem vody, mědi, zlata a dusíku o látkovém množství 1 mol.  
b) Odhadněte objem a rozměr připadající na jeden atom, resp. molekulu uvedených látek.

**Zjišťování faktů – vyhledávání v tabulkách.**

**Úloha 15 (Pohyb daný graficky I)**

Na obrázku jsou grafy závislosti dráhy na čase přímočarých pohybů autíček A, B, C, D.

a) Charakterizujte slovy pohyb jednotlivých autíček.  
b) **Určete průměrnou velikost rychlosti jednotlivých autíček v časovém intervalu od 0 s do 4 s.**

**Zjišťování faktů – čtení grafu a provádění jednoduchých výpočtů.**

Autíčko	Dráha $s_4$ (m)	Průměrná rychlost $v_p$ ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )
A	0	0
B	6	$\frac{6}{4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

**Nápověda 2 pro b): Uražená dráha, průměrná rychlost**

Jakou dráhu urazila autíčka v časovém intervalu od 0 s do 4 s ?  
Jak spočítáte průměrnou velikost rychlosti, znáte-li dráhu a čas?

**Řešení k nápovědě 2**

Průměrná velikost rychlosti  $v_p$  je určena podílem uražené dráhy a o tedy 4 s:

A: uražená dráha  $s_4 = 0$ ,  $v_p = 0$ ,  
B: uražená dráha  $s_4 = 6 \text{ m}$ ,  $v_p = \frac{6}{4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,

### 3.2 Úlohy na analýzu (AN) a syntézu (SY)

Při řešení úlohy *analytickým způsobem* dochází k *rozboru složitějších skutečností na jednodušší* a pochopení souvislostí mezi jednotlivými složkami. *Syntézou* rozumíme *spojování dílčích poznatků* do jednoho nového, předtím neexistujícího celku. Pro ilustraci uveďme následující úlohy č. 469 (AN) a č. 935 (SY):

## Úloha 469 (Cívka s komplexní impedancí)

Úloha číslo: 469

Cívka má komplexní impedanci  $\bar{Z} = (10,0 + 3,00j) \Omega$ .

Určete:

- velikost impedance,
- elektrický odpor cívky,
- induktanci cívky,
- amplitudu proudu v cívce, je-li na ní napětí s amplitudou 12 V,
- fázové posunutí mezi napětím a proudem této cívky.



**Řešení všech úloh a) až e) „se skrývá“ ve vztahu pro impedanci cívky. Řešitel musí tento vztah analyzovat a získat tak odpovědi na dané otázky.**



## Úloha 935 (Záhadný kov)

Úloha číslo: 935

Při archeologických vykopávkách našel jeden archeolog úlomek neznámého kovu. Chtěl zjistit, o jaký kov se jedná. Zavěsil úlomek kovu na siloměr a zjistil, že ukazuje výchylku 0,92 N. Pak ponořil úlomek do vody. Siloměr ukázal 0,84 N. O jaký kov se jednalo? **V zadání jsou k dispozici dvě dílčí informace.**



### Celkové řešení (bylo pro naše účely zkráceno)

Ve vzduchu

Platí:

$$F_1 = Vg(\rho - \rho_v) \quad (1)$$

Ve vodě

Platí:

$$F_2 = Vg(\rho - \rho_{H_2O}) \quad (2)$$

Syntéza dvou vztahů.

Vydělením rovnic (1), (2) dostáváme:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{Vg(\rho - \rho_v)}{Vg(\rho - \rho_{H_2O})}$$

$$\rho = \frac{F_1 \rho_{H_2O} - F_2 \rho_v}{F_1 - F_2}$$

Po úpravách dostaneme hledaný vztah pro hustotu neznámého kovu.

Mnohé fyzikální úlohy se řeší tzv. analyticko-syntetickým způsobem. Tím rozumíme postup, kdy vyjdeme z obecného fyzikálního vztahu, do kterého postupně dosazujeme další vztahy za neznámé veličiny tak, abychom dospěli ke vztahu, kde vystupují jen veličiny ze zadání. Viz následující úlohu č. 497:

## Úloha 497 (Unikání plynu z nádoby)

Úloha číslo: 497

Z nádoby o objemu 10 l se stlačeným vodíkem uniká plyn. Při teplotě 7 °C byl tlak 4,9 MPa. Po nějaké době při teplotě 17 °C byl tlak stejný. Kolik plynu uniklo?

Nápověda 1

Nápověda 2

Rozbor

Zápis

Řešení

K výpočtu použijeme stavovou rovnici ideálního plynu

Výchozí vztah, do kterého dosadíme další vztahy – analýza.  $pV = nRT$ ,

Nyní můžeme snadno vypočítat hmotnosti plynu při obou teplotách.

$$pV = \frac{m_1}{M_m} RT_1 \rightarrow m_1 = \frac{pVM_m}{RT_1}$$

$$pV = \frac{m_2}{M_m} RT_2 \rightarrow m_2 = \frac{pVM_m}{RT_2}$$

Rozdíl uvedených hmotností pak již udává, kolik plynu uniklo

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{pVM_m}{RT_1} - \frac{pVM_m}{RT_2} = \frac{pVM_m}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Využijeme dvě dílčí informace o stavech plynu ze zadání. Tyto vztahy „syntetizujeme“ do jednoho vztahu pro množství plynu, které uniklo.

Operace SY se také vyskytuje ve většině úloh jako „vedlejší“ poznávací operace (viz ukázku v podkapitole 4.3 tohoto textu – úloha 411). Zde je však hlavní operací dokazování (DO), proto je tato úloha zařazena do této kategorie, nikoli do kategorie SY.

Poznámka: Je vhodné si uvědomit, že SY probíhá i při číselném dosazení do obecného vyjádření v závěru každé kvantitativní úlohy. Protože se ale jedná o jeden dílčí krok, nikoli převažující způsob řešení, nezařazujeme všechny úlohy s číselným dosazením do kategorie SY.

### 3.3 Úlohy na porovnávání a rozlišování (PO)

Úlohy zaměřené na porovnávání mohou být dvojího druhu.

- Kvalitativní porovnávání

Například: Porovnejte, jak se bude chovat nabitá částice, vletí-li do magnetického nebo elektrického pole.

- Kvantitativní porovnání

Tyto úlohy se ve *Sbírce* vyskytují častěji, součástí je i *numerický výpočet* (nebo úvaha), který může být založen na analýze a syntéze. Viz následující ukázky úloh č. 55, č. 161, č. 370:

### Úloha 55 (Proton a $\alpha$ částice v homogenním magnetickém poli)

Úloha číslo: 55

Proton a částice  $\alpha$  vlétly do homogenního magnetického pole kolmo k indukčním čarám. Srovnajte poloměry trajektorií částic v případě, že částice mají stejnou

- a) rychlost,
- b) energii.

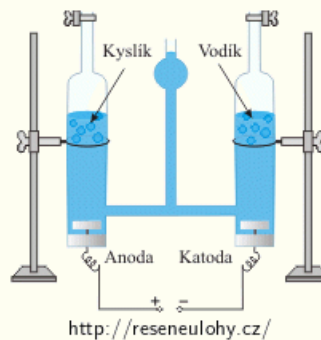
Částici  $\alpha$  tvoří jádro atomu helia, které má dvojnásobný náboj a přibližně čtyřnásobnou hmotnost ve srovnání s protonem.



### Úloha 161 (Elektrolytický rozklad vody)

Úloha číslo: 161

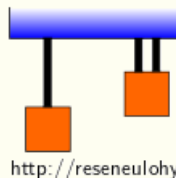
Jaký je poměr hmotností vodíku a kyslíku, které se za normálních podmínek vyloučí při elektrolýze vody? Porovnejte i jejich objemy.



### Úloha 370 (Porovnání dvou závěsů)

Úloha číslo: 370

Na obrázku je na ocelovém lanku zavěšeno závaží. Totéž závaží je zavěšeno na dvou lankách poloviční délky. Porovnejte relativní a absolutní podélné prodloužení lanka.



### 3.4 Úlohy na třídění (TŘ)

Jedná se o poznávací operaci, při které jsou *rozeznávány objekty*, z nichž ty, které mají určité společné znaky a vlastnosti, jsou *zařazeny do jedné skupiny*. Viz úlohu č. 1633:

**Úloha 1633 (Charakteristiky zdrojů)**

Úloha číslo: 1633

V následujícím grafu jsou zakresleny zatěžovací charakteristiky šesti zdrojů napětí, konkrétně

- NiFe akumulátoru s napětím přibližně 6,6 V,
- čerstvé ploché 4,5 V baterie
- starší ploché 4,5 V baterie
- výstupu ze školního transformátoru s označením 2 V
- usměrněného výstupu z transformátoru s označením 2 V
- ideálního zdroje napětí.

Při měření si laborant nepoznačil, která data odpovídají kterým zdrojům. Pomozte mu přiřadit průběhy 1 až 6 zdrojům a) až f).

**Zatěžovací charakteristiky vybraných zdrojů**

Source	Symbol	Open-circuit Voltage [V]	Behavior
1	None	~6.6	Ideal voltage source
2	◆	~6.6	NiFe battery
3	●	~4.5	Fresh battery
4	○	~4.5	Old battery
5	×	~2.0	Transformer output
6	*	~2.0	Rectified transformer output

### 3.5 Úlohy na zjišťování vztahu mezi fakty (VZ)

Zjišťováním vztahu mezi fakty se rozumí například *stanovení, jakou příčinou byl vyvolán daný stav, co bude následkem nějakého děje* aj. Viz úlohu č. 717 níže:

**Úloha 717 (Kulička ztratí náboj)**

Úloha číslo: 717

Dvě malé vodivé kuličky jsou zavěšeny na velmi dlouhých nevodivých vláknech. Kuličky jsou nabitý stejnými elektrickými náboji a jejich středy jsou od sebe vzdáleny 4 cm. Co se stane, když jedna z kuliček ztratí náboj?

**Jaký bude následek? V průběhu výpočtu se uplatňuje i syntéza vztahů.**

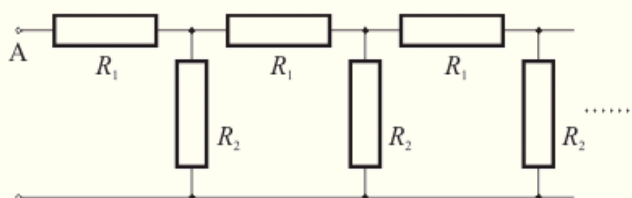
### 3.6 Úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování (ZO, KO)

V původní taxonomii podle Tollingerové jsou tyto tři operace zařazeny pod jednu úroveň. Jsme ale toho názoru, že je pro účely *Sbírk*y vhodné tyto operace rozdělit na dvě, protože se jedná v podstatě o opačné myšlenkové procesy. *Abstrakce* a *zobecňování* jsou operace, které můžeme pro naše účely ve *Sbírc*e považovat za tutéž operaci (ZO). Ve fyzikálních úlohách se o zobecňování nejčastěji mluví ve smyslu *přechodu od jednoho nebo dvou objektů k více objektům*. Jedná se o úlohy, které vyžadují zobecnění vztahů například pro výslednou kapacitu  $n$  kondenzátorů. Ze *Sbírk*y zde k této operaci odkazujeme například na úlohu č. 665:

#### Úloha 665 (Nekonečná síť rezistorů)

Úloha číslo: 665

Na obrázku je nakreslena nekonečná rezistorová síť s rezistory o odporech  $R_1$  a  $R_2$ . Určete celkový odpor sítě.

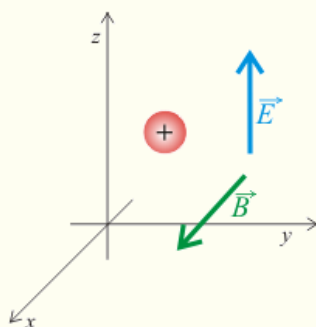


*Konkretizace* je antonymem k abstrakci a znamená *upřesnění*. Úlohy zaměřené na konkretizaci vyžadují například *přechod od vztahů obecnější teorie k vztahům speciálním*, například od vztahů speciální teorie relativity, kde po zanedbání členů vyšších řádů můžeme přejít ke vztahům klasické fyziky. K tomuto typu zde uvádíme následující úlohu č. 265:

#### Úloha 265 (Pohyb nabitě částice v homogenním elektrickém a magnetickém poli)

Úloha číslo: 265

Částice s kladným nábojem  $Q$  je v klidu. Určete, jak se částice bude pohybovat, když zapneme naráz homogenní elektrické pole ve směru kladné poloosy  $z$  a homogenní magnetické pole ve směru kladné poloosy  $x$ .



Úkolem je konkretizovat chování kladně nabitě částice v elektromagnetickém poli.

### 3.7 Rutinní úlohy (RU)

Tento typ zahrnuje úlohy s *neznámými, hledanými hodnotami fyzikálních veličin*. Ve *Sbírce* jsou téměř všechny úlohy zadány tak, že je úkolem vypočítat hodnotu nějaké fyzikální veličiny, jsou-li dány jiné veličiny, které s ní souvisí. Které úlohy budeme tedy do této kategorie zařazovat? Podle Tollingerové jsou tyto úlohy zařazeny k jednodušším poznávacím operacím (viz kapitolu 2), patří sem tedy úlohy, které nevyžadují použití například transformace, indukce, dedukce apod. Při řešení těchto úloh stačí hodnotu neznámé veličiny dopočítat „přímým dosazením do vzorce“, nebo použitím syntézy jednoduchých vztahů; není třeba používat zdouhavé a myšlenkově náročné obecné vyjadřování. To ovšem neznamená, že se tyto úlohy vztahují jen k úrovni základní školy. Níže jsou uvedeny ukázky tří kvantitativních úloh; první úloha č. 228 je vhodná pro žáky základní školy, druhá (č. 210) je náročnější úloha pro střední školy a poslední (č. 1130) je úloha vysokoškolská. Ve všech těchto úlohách je řešení postaveno víceméně jen na „pouhém dosazení do vzorce“.

#### Úloha 228 (Míjení vlaku I)


Úloha číslo: 228

Osobní vlak dlouhý 120 m jede rychlostí  $30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Za jak dlouho mine:

a) sloup elektrického vedení?  
b) nástupiště dl

**Celkové řešení a)**

a) Předpokládejme, že šířka sloupu je velice malá vůči délce vlaku. Než celý vlak mine sloup, musí lokomotiva ujet vzdálenost rovnou délce vlaku, tedy  $L$ .



<http://reseneulohy.cz/>

Tuto vzdálenost ujede za čas:

$$t_1 = \frac{L}{v} = \frac{120}{8,3} \text{ s} = 14,4 \text{ s.}$$

**Využití jednoduchého vztahu + číselný výsledek.**



## Úloha 210 (Setrvačnick II)

Úloha číslo: 210

Setrvačnick o průměru 2 m se rozbíhá z klidu a za čas 20 s dosáhne frekvence 50 otáček za sekundu. Určete jeho úhlovou a obvodovou rychlost na konci rozběhu a počet otočení, které během rozběhu vykoná.

### Celkové řešení

Výpočet úhlové a obvodové rychlosti

Pro úhlovou rychlost platí  $\omega = 2\pi f$ .

Na konci rozběhu bude mít setrvačnick úhlovou rychlost  $\omega = 2\pi f_0 = (2 \cdot \pi \cdot 50) \text{ s}^{-1} \doteq 314 \text{ s}^{-1}$ .

Pro obvodovou rychlost platí  $v = \omega r$ , kde  $r$  je vzdálenost otáčejícího se bodu od osy otáčení. Pro bod na okraji setrvačnicku je  $r$  polovina průměru setrvačnicku.

Pro dosazení za  $\omega$  a  $r$  dostaneme pro obvodovou rychlost výraz  $v = \pi f D$ .

Obvodová rychlost bodu na okraji setrvačnicku na konci rozběhu je  $v = \pi f_0 D = (\pi \cdot 50 \cdot 2) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \doteq 314 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Použití jednoduchých vztahů, číselné dosazení a určení hodnoty neznámé veličiny.

## Úloha 1130 (Těžiště různě uspořádaných soustav koulí)

Úloha číslo: 1130

Určete polohu těžiště soustavy složené ze čtyř homogenních koulí o hmotnostech 1 kg, 2 kg, 3 kg a 4 kg v těchto případech:

- A) koule leží na přímce ve stejných vzdálenostech,
- B) koule leží
- C) koule jsou

Ve všech případech je nejtěžší koule v poloze

### Celkové řešení (část A)

Vztah pro polohu těžiště soustavy  $n$  hmotných bodů vypadá následovně:

$$\vec{r}_T = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{\sum_{i=1}^n m_i},$$

kde  $m_i$  jsou hmotnosti jednotlivých hmotných bodů a  $r_i$  jim příslušející polohové vektory. Protože souřadnice těžiště lze počítat po složkách, platí pro  $x$ -ovou souřadnici těžiště naší soustavy:

**Dosazení do vzorce pro  $x$ -ovou souřadnici T:**  $x_T = \frac{\sum_{i=1}^4 m_i x_i}{\sum_{i=1}^4 m_i}$  (1)

Rozepsáním sum ve vztahu (1) dostáváme:  $x_T = \frac{m_1 \cdot 0 + m_2 \cdot a + m_3 \cdot 2a + m_4 \cdot 3a}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}$  (2)

Nakonec číselně dosadíme do vztahu (2) hmotnosti ze zadání:

$$x_T = \frac{1 \cdot 0 + 2a + 3 \cdot 2a + 4 \cdot 3a}{1 + 2 + 3 + 4} = \frac{20a}{10} = 2a.$$

Těžiště T soustavy zadané v části A má souřadnice:  $T = [2a, 0, 0]$ .

### 3.8 Úlohy na překlad, transformaci (PŘ)

Transformaci bychom mohli nejjednodušším způsobem vysvětlit jako přeměnu existující struktury na novou, modifikovanou strukturu. Typickou fyzikální úlohou tohoto typu je úloha č. 341:

**Úloha 341 (Diagramy cyklického děje)** Úloha číslo: 341

Ideální plyn stálé hmotnosti vykonává kruhové děje ABCA (dle obrázků). Překreslete tyto děje do  $pV$ -diagramu.

**Řešení – překreslení diagramu a)**

Z  $VT$ -diagramu vidíme: ➔ V průběhu řešení je využita také analýza.

V části AB je objem plynu úměrný teplotě. To znamená, že v této části je tlak konstantní, jedná se o *izobarický* děj. Ten je v  $pV$ -diagramu znázorněn vodorovnou úsečkou. Protože od A k B roste objem, bude i v  $pV$ -diagramu stav A vlevo a stav B vpravo.

V části BC je konstantní objem, jedná se o *izochorický* děj v  $pV$ -diagramu znázorněn svislou úsečkou. Protože od B k C klesá teplota, bude klesat i tlak.

### 3.9 Úlohy na výklad, vysvětlení smyslu nebo významu, zdůvodnění (VY)

Ve *Sbírce* je jednou z úloh zaměřených na operaci VY například úloha Syrakúský král.

**Úloha 789 (Syrakúský král)** Úloha číslo: 789

Dle legendy si nechal syrakúský 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 mistr zlatníka tak nemilosrdný trest.

### 3.10 Úlohy na vyvozování, indukci (IN)

Indukce je poznávací operace, při které z *dílčích známých poznatků vytváříme hypotézy a vyvozujeme obecné závěry*. Mezi indukcí a syntézou není jasná hranice. Základním rozdílem mezi nimi je to, že syntéza je spíš skládání daných informací k sestavení grafu, tabulky nebo dosazování určitých fyzikálních vztahů do vztahů jiných, avšak indukce souvisí spíš s *teoretickým vyvozováním*, kdy z jednotlivých informací vyvodíme například obecně platné zákony. Typickým příkladem je úloha, kdy musí žák z naměřených dvojic proudu a napětí (rezistoru) stanovit obecný závěr – Ohmův zákon. Ve *Sbírc* se také nachází několik úloh zaměřených na operaci IN, zde jsou uvedeny tyto dvě ukázky (č. 626 a č. 614):

#### Úloha 626 (Určení Planckovy konstanty a výstupní práce z experimentálních dat pro fotoelektrický jev)

Úloha číslo: 626

Z následujících hodnot naměřených při vnějším fotoelektrickém pokusu na lithiu určete Planckovu konstantu a výstupní práci pro lithium. Získané hodnoty porovnejte s hodnotami uvedenými v tabulkách.

vlnová délka záření $\lambda$ [nm]	433,9	404,7	365,0	312,5	253,5
brzdné napětí $U$ [V]	0,55	0,73	1,09	1,67	2,57

**Indukce spočívá v tom, že se zde z dílčích naměřených hodnot vyvodí pro nás nová informace - hodnota Planckovy konstanty.**

#### Úloha 614 (Vyzařování a voltampérová charakteristika žárovky)

Úloha číslo: 614

Pro běžnou žárovku neplatí, že by proud, který jí prochází, byl přímo úměrný napětí (tj. voltampérová charakteristika žárovky není lineární), protože v důsledku průchodu elektrického proudu se vlákno žárovky zahřívá, a tím se zvětšuje jeho elektrický odpor. Pokud je teplota vlákna podstatně větší než teplota okolí, můžeme předpokládat:

- Jeho teplota je dána rovnováhou mezi Joulovým teplem vzniklým průchodem elektrického proudu a energií vyzařenou do okolí. Vlákno žárovky lze považovat za dokonale černé těleso.
- Elektrický odpor vlákna žárovky je přímo úměrný termodynamické teplotě.

Určete závislost proudu procházejícího žárovkou na připojeném napětí.

**Z těchto daných předpokladů se vyvodí nový vztah – voltampérová charakteristika žárovky.**

### 3.11 Úlohy na odvozování, dedukci (DE)

Dedukce je obrácený postup k indukci. Dedukce je postup, *kdy z obecného tvorzení vyvozujeme závěry pro určité speciální případy*. Ve fyzice se deduktivním postupem rozumí i odvozování nových vztahů ze vztahů předem daných. Viz následující úlohu č. 1053:

#### Úloha 1053 (Zákony černého tělesa)

Úloha číslo: 1053

Spektrální hustota intenzity vyzařování  $M_\lambda$  absolutně černého tělesa je dána vztahem (Planckův zákon)

$$M_\lambda = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda T}} - 1},$$

kde  $h$  je Planckova konstanta,  $c$  rychlost světla,  $\lambda$  vlnová délka,  $k$  Boltzmannova konstanta a  $T$  je termodynamická teplota.

Z Planckova zákona odvodte:

a) Wienův zákon (platný pro krátké vlnové délky)

$$M_\lambda^{(W)} = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda T}}},$$

b) Rayleighův-Jeansův zákon (platný v dlouhovlnné části spektra)

$$M_\lambda^{(R)} = \frac{8\pi kT}{\lambda^4}.$$

Dedukce spočívá v tom, že úkolem je z Planckova zákona odvodit další vztahy platné za určitých speciálních podmínek.

*Poznámka: Z vlastní zkušenosti můžeme říct, že rozhodnout, zda se úloha řadí k operaci syntéza (resp. analýza) nebo indukce (resp. dedukce), je někdy dost obtížné. Rozdíl mezi těmito dvojicemi operací spočívá v tom, že syntéza a analýza patří do kategorie nižších poznávacích operací a indukce a dedukce k operacím vyšším. Syntéza je spíše skládání daných informací k sestavení grafu, tabulky nebo dosazování určitých fyzikálních vztahů do vztahů jiných, avšak indukce souvisí spíše s teoretickým vyvozováním. Stejná úvaha platí pro analýzu a dedukci. S úlohami zaměřenými na syntézu a analýzu se setkáváme nejčastěji na základní nebo střední škole. Dedukce a indukce jsou teoretické postupy, které se aplikují spíše u řešení náročnějších středoškolských a vysokoškolských úloh.*

### 3.12 Úlohy na dokazování, ověřování (DO)

Ukázkou důkazových úloh jsou ve *Sbírce* například tyto dvě úlohy (č. 526, č. 1400):

#### Úloha 526 (Pozor, padá tyč!)

Úloha číslo: 526

Homogenní tyč o hmotnosti  $M$  a délce  $L$  visle postavená na vodorovné podložce volně padá z této polohy tak, že dolní konec po podložce neklouže. Dokažte, že pro úhlovou rychlost platí  $\omega^2 = \frac{3g(1 - \cos \alpha)}{L}$ , kde  $\alpha$  je úhel, který svírá tyč v daném okamžiku se svislou osou.

### Úloha 1400 (Kulová vlna)

Úloha číslo: 1400

Ukažte, že kulová vlna ve tvaru

$$U(t, r) = U_0 \frac{f\left(t - \frac{r}{c}\right)}{r},$$

kde  $U_0$  je konstanta a  $r$  velikost polohového vektoru, je řešením vlnové rovnice  $\Delta U - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = 0$ .

Nejčastěji se uvažuje vlna harmonická, kdy funkce  $f$  je goniometrická, zde ale počítejte s obecnou funkcí  $f$ .

Většinou se jedná o úlohy vyžadující složité myšlenkové úvahy a matematické postupy, proto je zřejmé, že se zde uplatňuje i analýza a syntéza, nebo indukce a dedukce.

### 3.13 Úlohy na hodnocení (HO)

Obecně se operací hodnocení rozumí *posuzování metod, postupů, technik, zamýšlení se nad faktory, které ovlivňují měření* apod. Při řešení fyzikálních úloh se s touto operací setkáváme například v okamžiku, kdy se zamýšlíme nad tím, jestli zvolený postup vede k požadovanému výsledku, jak daný výpočet zpřesnit, nebo jestli je daný výsledek reálný. Uvedme zde úlohy č. 327 a č. 467:

### Úloha 327 (Zvětšení průměru válečku při zahřívání)

Úloha číslo: 327

Můžeme změřit zvětšení průměru mosazného válečku způsobené zahříváním z teploty 5 °C na teplotu 35 °C mikrometrem, který měří s přesností na 0,01 mm?

Při teplotě 5 °C byl průměr válečku 20,45 mm.

### Úloha 467 (Tlak v sifonové bombičce)

Úloha číslo: 467

Sifonová bombička má vnitřní objem 10 cm<sup>3</sup> a obsahuje 7 g oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>). Vypočtete tlak uvnitř bombičky při pokojové teplotě 20 °C podle modelu ideálního plynu. Diskutujte reálnost získaného výsledku.

**Kromě toho, že je tato úloha RU je zaměřena i na operaci HO. Tyto dvě poznávací operace považujeme za rovnocenné, proto je tato úloha ve Sbírce zařazena k oběma.**

### 3.14 Úlohy na řešení problémových situací (PS)

Pro úlohy tohoto typu je charakteristické, že je většinou nelze řešit pomocí předem známého algoritmu. Zadáání těchto úloh nemusí být „jasně formulováno“, žák nemusí předem vědět, co má vlastně počítat, a proto musí uplatnit tvořivé myšlení. Podívejme se na úlohu č. 1665:

*Úloha číslo: 1665*

Laborantka Eva ohřívala vodu v kalorimetru topnou spirálou, kterou napájela stejnosměrným zdrojem. Chtěla zjistit, jaké teplo spirála vodě dodá za čas  $t$ , proto multimetry měřila napětí  $U$  na spirále a proud  $I$  jí tekoucí.




Hodnoty pak bez rozmyslu dosadila do vzorečku

$$Q = UIt.$$

S tímto teplem pak dále počítala a zjistila, že například pro měrnou tepelnou kapacitu vody jí nevychází správná hodnota.

Dokázali byste její výsledky zkorigovat, víte-li, že stejnosměrný zdroj nedával napětí konstantní, ale jednalo se o dvoucestně usměrněný harmonický průběh?

↓  
Problémová situace je zde navozena tím, že student musí sám přijít na to, proč Evě nevychází správný výsledek, zamyslet se nad tím, kde je chyba v její úvaze, a špatný předpoklad opravit.

### 3.15 Úlohy na objevování na základě vlastních úvah (VÚ)

Úlohy tohoto typu lze považovat za nejkomplexnější ze všech, které jsou v tomto textu rozebírány. Je to z toho důvodu, že se v průběhu jejich řešení většinou 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 plánování a vymýšlení různých strategií a postupů*. Výsledkem úlohy by mělo být něco, co je pro žáka nové. Někdy je součástí problému také naplánování a provedení jednoduchého pokusu, kterým si může řešitel své úvahy ověřit; viz úlohu č. 426:

*Úloha číslo: 426*

V tropických mořích je voda u povrchu mnohem teplejší než v hloubce. Je myslitelný stroj pracující mezi těmito lázněmi? Pokud ano, jakou odhadujete účinnost? Pokud ne, proč?

## 4 Doplnující otázky týkající se poznávacích operací a úloh

Nyní bychom chtěli uvést několik problémů týkajících se poznávacích operací a úloh, které plynou z vlastní zkušenosti a procesu třídění úloh.

### 4.1 Platí v každém případě, že „jedna úloha = jedna operace“?

Nemusí tomu tak být ve všech případech. Některé úlohy, jejichž *celým zadáním je většinou jedna tázací věta*, lze jednoznačně zařadit pod jednu poznávací operaci (uvedena v závorce):

#### Ukázky (tyto úlohy nejsou ze *Sbírky*)

1. Porovnejte dané látky z hlediska jejich tepelné vodivosti. (PO)
2. Roztřídte předložená tělesa na vodiče a izolanty. (TŘ)
3. Vysvětlete jev elektrostatická indukce. (VY)

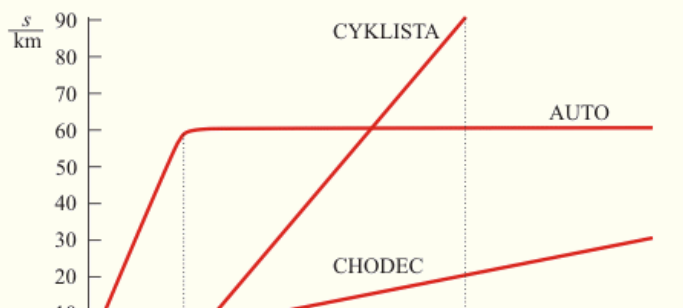
Ve *Sbírce* se tyto úlohy dle našeho pozorování v této jednoduché formě nevyskytují, což logicky souvisí s tím, že ve *Sbírce* jsou úlohy komplexnější, které jsou zaměřeny nejen *na reprodukci teoretických poznatků a slovní odpověď*, ale především *aplikaci těchto poznatků v kvantitativních úlohách*, jejichž řešení vyžaduje složitější myšlenkové postupy a použití matematického aparátu. Ve *Sbírce* se ale v souvislosti s tímto často setkáváme s úlohami, které jsou členěny do více podotázek, například a) až d) a každá z těchto podotázek souvisí jen s jednou operací. Jsou to například úlohy č. 226 a č. 762 níže.

#### Úloha 226 (Auto, chodec, cyklista – grafy $s, v$ )

Úloha číslo: 226

Auto, chodec a cyklista se pohybují po stejné silnici. Na obrázku je graf závislosti jejich drah na čase. Určete:

- a) který z nich má během prvních tří hodin pohybu nejvyšší průměrnou rychlost,
- b) po jaké době se potkal cyklista s autem,
- c) nakreslete grafy závislosti velikostí jejich rychlostí na čase (pro přehlednost nejlépe každý graf do zvláštního obrázku).



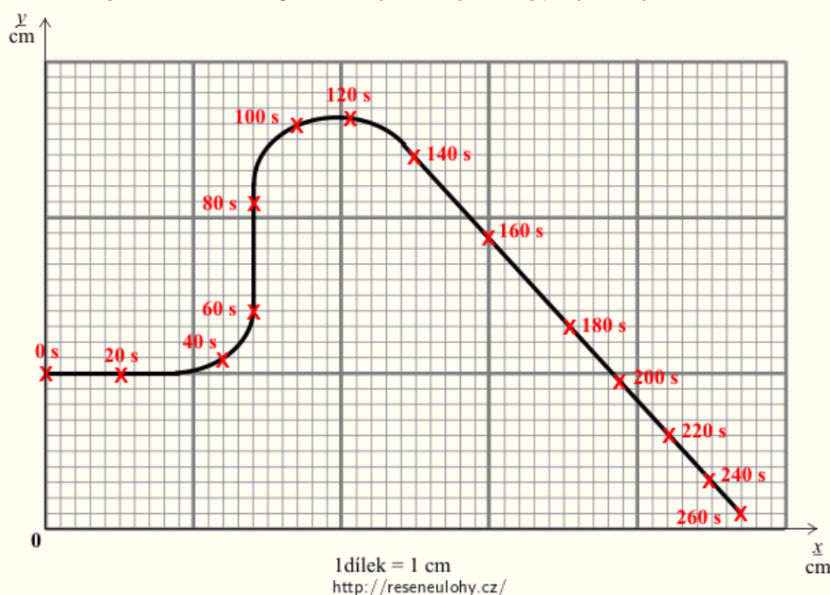
V této úloze je každá z podotázek a) až c) zaměřena na jednu operaci, jsou to:

- a) RU (jednoduchý výpočet)
- b) ZF (zjišťování faktů z grafu)
- c) PŘ (transformace grafu)



## Úloha 762 (Housenka)

Na obrázku je zaznamenaná stopa housenky s časovými údaji, kdy kde byla.



- a) Sestavte podle obrázku tabulku závislosti ulezené dráhy na čase a nakreslete graf.
- b) Odpovězte na následující otázky:
1. Jakou vzdálenost housenka přibližně ulezla? (Zakřivené úseky dráhy můžete odměřit například pomocí niti.)
  2. Jakou vzdálenost ulezla mezi 20. s a 40. s a mezi 100. s a 120. s?
  3. Mezi kterými dvěma měřeními byla ulezená vzdálenost největší a mezi kterými nejmenší?
  4. Poznáte z grafu, zda housenka někdy stála? Podle čeho?
- c) Určete souřadnice housenky v čase 0 s, 20 s, 80 s, 120 s, 140 s, 260 s.
- d) Určete průměrnou rychlost housenky během doby, co jste ji sledovali.
- e) Určete průměrné rychlosti housenky v jednotlivých dvacetisekundových intervalech a запиšte je do tabulky. Údaje vynesete do grafu.
- f) Kdy lezla housenka nejrychleji a kdy nejpomaleji? Jak to poznáte z grafu rychlosti a jak z grafu dráhy?

**V této úloze se v rámci otázek a) až f) vyskytují postupně operace:**

- a) PŘ Protože je zde nutné „transformovat“ graf na tabulku.  
b) ZF Protože se jedná o čtení grafu. Navíc v podotázce 4. je ještě operace VY.  
c) ZF Jedná se o čtení grafu.  
d) ZF Jedná se o jednoduchý výpočet.  
e) PŘ  
f) ZF a VY

Zařazení tohoto typu úloh bude ve *Sbírcce* probíhat následovně:

- Bude-li úloha obsahovat nejvýše dvě podotázky, které jsou zaměřeny na dvě různé, ale rovnocenné operace, potom bude tato úloha zařazena k oběma operacím.
- Bude-li úloha obsahovat více než dvě podotázky, ale některé z nich jsou zaměřeny na stejné operace, a úloha bude takto vyžadovat použití maximálně dvou různých operací, zařadí se k těmto dvěma operacím (dále viz 4.4).



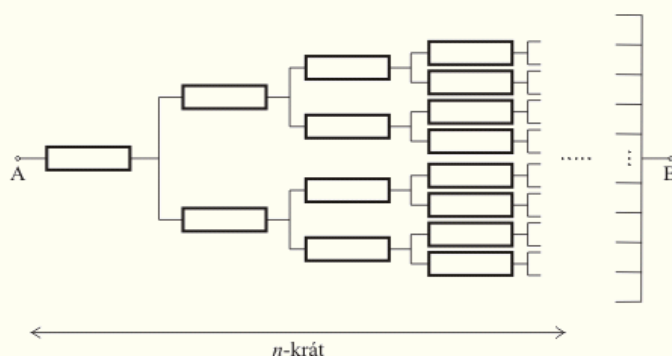
## 4.2 Úlohy vyžadující zapojení dvou rovnocenných operací

V předchozí podkapitole jsme se zabývali těmi úlohami ze *Sbírk*y, které byly zadány formou několika podotázek zaměřených na jednu poznávací operaci. Častější jsou ale úlohy, které nejsou členěny do podotázek, ale *při plnění jednoho úkolu vyžadují kombinaci dvou hlavních poznávacích operací*, které jsou rovnocenné a nelze rozlišit, zda některá z nich dominuje. Zaměříme se například na úlohu č. 676 (viz ukázkou níže). Úkolem je stanovit celkový odpor sítě rezistorů na obrázku. Řešitel by přitom měl disponovat znalostí vztahů pro výsledný odpor dvou a více rezistorů zapojených paralelně nebo sériově. Tyto vztahy musí nějakým způsobem „spojit“ do výsledného hledaného vztahu, jedná se tedy o operaci indukce (IN). Současně zde ale tyto vztahy zobecňujeme pro  $n$  rezistorů, proto lze tuto úlohu považovat také za úlohu na zobecňování (ZO). Ve *Sbírc*e bychom ji proto zařadili k operacím IN i ZO.

### Úloha 676 (Odpor elektrické sítě)

Úloha číslo: 676

Na obrázku je zakreslena elektrická síť. Určete odpor mezi body A a B, jestliže je odpor každého rezistoru  $R$ .



#### Řešení

Ze zadání úlohy víme, že odpor každého rezistoru v elektrické síti je  $R$ . Nyní je třeba si uvědomit, že  $x$  paralelně zapojených rezistorů má v souladu s pravidly pro spojování rezistorů odpor  $\frac{R}{x}$ . Proto můžeme pro celkový odpor sítě  $R_{AB}$  napsat vztah:

$$R_{AB} = R + \frac{R}{2} + \frac{R}{4} + \frac{R}{8} + \dots + \frac{R}{2^{n-1}},$$

$$R_{AB} = R \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{2^{n-1}} \right).$$

Výraz v závorce je součtem prvních  $n$  členů geometrické posloupnosti s prvním členem  $a_1 = 1$

Pro odpor mezi body A a B elektrické sítě tedy platí vztah:

$$R_{AB} = R \frac{2^n - 1}{2^{n-1}}.$$

**Zobecněný vztah, který jsme vyvodili pomocí indukce.**

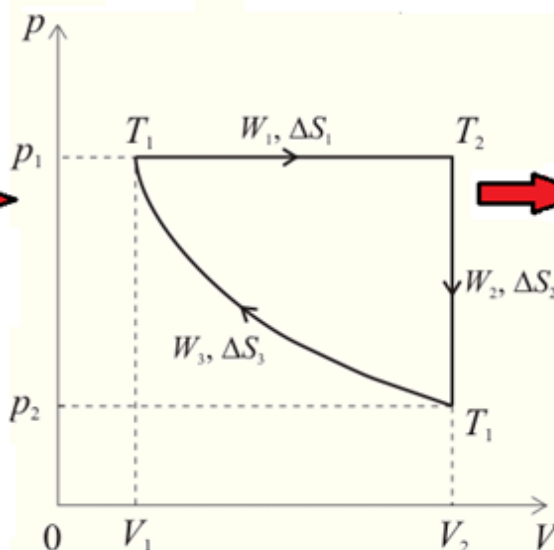
Další úloha související s danou problematikou je úloha č. 416 (viz ukázkou). Zadání této úlohy sestává ze dvou úkolů. Prvním úkolem je *načrtnout cyklus*, tedy spojit částečné informace do jednoho nového celku a sestavit tak  $p$ - $V$  diagram. Jedná se o operaci syntéza (SY) a překlad (PŘ). Druhým úkolem je *určit, při kterém z uvedených dějů soustava koná práci...* Tento úkol je také zaměřen na operaci PŘ, protože se jedná o přechod od grafického vyjádření k vyjádření slovnímu (viz řešení dané úlohy ve *Sbírce*). Ke splnění druhého úkolu se musí uplatnit i operace analýza (AN), není však v této úloze dominantní.

### Úloha 416 (Cyklický děj ideálního plynu)

Úloha číslo: 416

Ideální plyn přejde ze stavu  $p_1, V_1, T_1$  izotermickou kompresí do stavu  $p_2, V_2, T_2$ , a z něho pak izobarickou expanzí do  $p_2, V_3, T_3$ , z něhož se následně izochorickým dějem vrací do původního stavu. Načrtněte cyklus. Určete, při kterém z uvedených dějů soustava koná práci, a kdy nastane tepelná výměna s okolím.

#### Řešení



Nejdříve musela proběhnout syntéza dílčích informací k sestrojení  $p$ - $V$  diagramu.

Následně proběhla analýza grafu k vyřešení druhé části úlohy.

### 4.3 Jak rozpoznat, která operace je dominantní?

Z našeho pozorování plyne, že *Sbírka* obsahuje množství fyzikálních úloh, které nelze řešit pomocí jediné poznávací operace. Proto je k zařazení úlohy do správné kategorie operací důležité zamyslet se nad tím, zda vytvořená komplexní úloha zahrnuje dvě rovnocenné operace (čemuž byla věnována podkapitola 4.2), nebo zda je jedna operace jiným nadřazena a úloha bude tudíž zařazena jenom pod jednu z nich. To nelze vždy jednoduše rozhodnout a toto rozhodnutí může být ovlivněno i formou zadání úlohy. Co je tím myšleno, snad ozřejmí následující úloha č. 134:


#### Úloha 134 (Pohyb daný graficky II)

Úloha číslo: 134

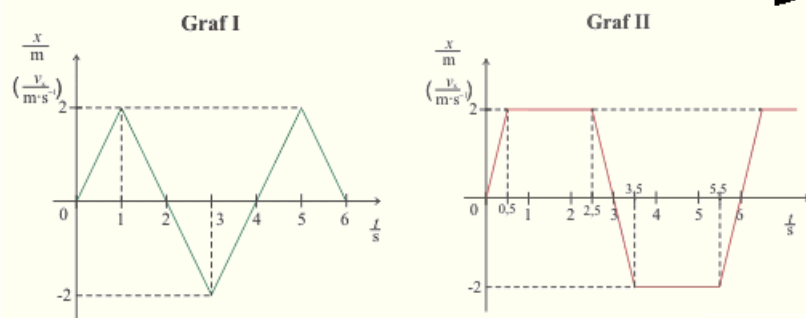
Grafy na obrázcích:

- Považujte za průběhy souřadnice  $x(t)$  přímočarého pohybu a nakreslete k nim příslušné grafy  $v_x(t)$ .
- Považujte za průběhy souřadnice rychlosti  $v_x(t)$  přímočarého pohybu a nakreslete k nim příslušné průběhy  $x(t)$ .

**Zde se v podotázkách a) a b) jedná o operaci PŘ, protože je úkolem transformovat jednu závislost v jinou závislost.**

Znázorní grafy reálné pohyby? Zkuste je znázornit pohybem prstu. 

**Součástí je však i úkol, který vyžaduje zamyslet se nad tím, jestli jsou to reálné pohyby – operace HO.**



Jak zde můžeme vidět, ze zadání úlohy plyne, že úloha využívá dvě operace, a to překlad/transformaci (PŘ) a hodnocení (HO). Dle našeho názoru je poslední otázka v zadání (o reálnosti pohybů) jen doplňující; hlavním smyslem úlohy je transformace grafů. Situace by se změnila, kdyby autor tuto otázku uvedl jako podúlohu c). V tomto případě by se jednalo o učební úlohu se dvěma rovnocennými operacemi. Otázka, zda tedy tuto úlohu zařadit pod dvě operace, PŘ a HO, nebo jen pod operaci PŘ je diskutabilní a zůstává to na subjektivním uvážení daného posuzovatele. Uvedme ještě jednu úlohu (č. 411) podobného charakteru:

## Úloha 411 (Účinnost Dieselova cyklu)

Úloha číslo: 411

Uvažujme tzv. Dieselův cyklus složený z následujících čtyř dějů:

1. Adiabatická komprese z objemu  $V_1$  na objem  $V_2$ .
2. Izobarická expanze z objemu  $V_2$  na  $V_3$ .
3. Adiabatická expanze zpět na objem  $V_1$ .
4. Izochorické ochlazení probíhající při objemu  $V_1$ .

Součástí řešení úlohy je i syntéza (SY)

těchto čtyř informací, abychom sestrojili  $p$ - $V$  diagram.

Pro popis tohoto cyklu se zavádí kompresní poměr

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$$

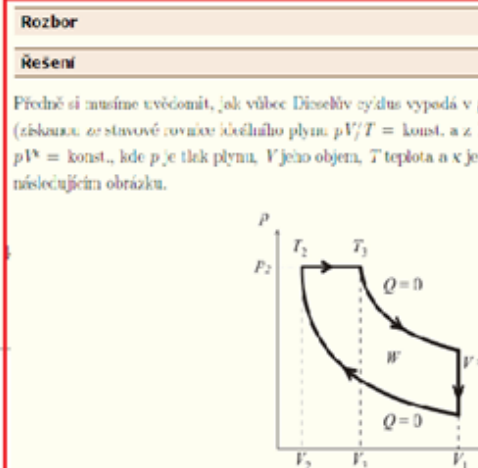
a plnicí poměr

$$\varphi = \frac{V_3}{V_2}$$

**Úloha na dokazování (DO).**

Dokažte, že účinnost tohoto cyklu je pouze funkcí těchto dvou parametrů pracovního plynu. Tuto funkci nalezte.

Pracovní plyn pokládejte za ideální.



Tato úloha je jednoznačně formulována jako úloha na dokazování (DO). Jak už bylo zmíněno výše v podkapitole 3.12, důkazové úlohy většinou vyžadují složité myšlenkové úvahy. To můžeme vidět také v této úloze č. 411, protože se zde v průběhu dokazování (DO) uplatňuje i vedlejší operace syntéza (SY) čtyř informací ze zadání do jednoho celku,  $p$ - $V$  diagramu. Ve *Sbírcce* bychom tuto úlohu zařadili jen k důkazovým úlohám.

### 4.4 Úlohy řešené pomocí tří a více operací

Dle našeho pozorování se ve *Sbírcce* objevují i úlohy, které vyžadují použití více než dvou poznávacích operací současně. Často se nejedná o úlohy, jejichž zadání je členěno do podotázek, jako to bylo například u úlohy Housenka (č. 762). Jsou to většinou ty úlohy, které jsou dle náročnosti zařazeny k vysokoškolské úrovni. Nejsme-li schopni nalézt jednu nebo maximálně dvě dominující poznávací operace, které řešení dané úlohy vyžaduje, nebudeme tyto úlohy zařazovat k žádné operaci.

## 5 Závěr

Předložený podpůrný materiál byl vytvořen pro tvůrce *Sbírky řešených úloh* s cílem ozřejmit, jakým způsobem a na základě jakých kritérií se budou vytvořené úlohy ve *Sbírce* podle poznávacích operací třídit. Předlohou nám byla taxonomie D. Tollingerové (viz kapitolu 2), z které byly pro účely *Sbírky* vybrány pouze ty poznávací operace, které se v dané době (březen 2017) ve *Sbírce* nacházely. Názvy některých z nich byly kvůli lepšímu pochopení mírně upraveny. Seznam všech poznávacích operací ve *Sbírce* je k nalezení v kapitole 2 (viz tabulku A). Stěžejní je kapitola 3, která obsahuje stručná vymezení a základní znaky jednotlivých poznávacích operací zastoupených ve *Sbírce*. Text byl pro lepší ilustraci doplněn konkrétními ukázkami úloh ze *Sbírky* s vepsaným komentářem. Proces třídění úloh podle poznávacích operací je do určité míry ovlivněn subjektivním pohledem toho, kdo dané úlohy třídí. Z toho důvodu byla do tohoto materiálu doplněna i čtvrtá kapitola, která ozřejmuje některé základní problémy týkající se procesu třídění.

Doufáme, že tento podpůrný materiál splní cíl, pro který byl vytvořen, a bude tvůrcům *Sbírky* užitečný.