

# Univerzita Karlova v Praze

## Přírodovědecká fakulta

**Studijní program:** Chemie

**Studijní obor:** Učitelství chemie pro SŠ



**Ing. Petr Distler**

**Výuka jaderné chemie a chemie f-prvků na středních školách**

Nuclear Chemistry and Chemistry of f-Elements  
in Chemistry Curriculum at Secondary Schools

**Diplomová práce**

Školitel: RNDr. Pavel Teplý, Ph.D.

Praha 2014

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně pod vedením školitele RNDr. Pavla Teplého, Ph.D., a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 20. května 2014

.....

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé práce RNDr. Pavlu Teplému, Ph.D., za odbornou podporu a užitečné rady, které mi poskytoval při psaní diplomové práce a za pomoc při pořizování fotografické dokumentace.

*Klíčová slova*

výuka chemie, stavba jádra, radioaktivita, f-prvky, učební úlohy

*Key words*

teaching of chemistry, atomic nucleus composition, radioactivity, f-elements, teaching tasks in chemistry

*Abstrakt (v českém jazyce)*

V úvodu diplomové práce nazvané *Výuka jaderné chemie a chemie f-prvků na středních školách* je uvedena rešerše nejpoužívanějších středoškolských učebnic, v rámci které se posuzovala témata stavba atomu, radioaktivita a f-prvky. Cílem rešerše bylo zjistit, zda současné učebnice odpovídají požadavkům uvedených v kurikulárních dokumentech. Na základě rešerše byly vytvořeny učební texty, materiály a učební úlohy s tématy, která nejsou v současných učebnicích plně pokryta a odráží aktuální stav vědy a techniky. Vybrané úlohy byly hodnoceny středoškolskými učiteli prostřednictvím dotazníkového šetření (prostřednictvím internetu), kde se učitelé vyjádřili i k výuce témat radioaktivita a f-prvky na středních školách. Tytéž učební úlohy byly zadány k vyřešení studentům gymnázia. Výsledky z internetového šetření i výsledky od studentů byly využity k úpravě úloh do konečné podoby.

*Abstract (in English)*

This master's degree thesis, called *Nuclear Chemistry and Chemistry of f-Elements in Chemistry Curriculum at Secondary Schools*, conducts a research of the most commonly used high school textbooks. Within the textbook research, topics such as atomic nucleus composition, radioactivity, and f-elements were studied in order to evaluate to what extent contemporary textbooks meet to the curriculum requirements. Based on the textbook research, the new teaching texts, materials, and teaching tasks including the uncovered themes were created. Selected teaching tasks were evaluated by high school teachers. Within this pool, the teachers also answered questions concerning teaching topics of radioactivity and chemistry of f-elements at high schools. The same tasks were solved and evaluated by high school students as well. The results of both teacher and student surveys were used for the final modification of the tasks.

# Obsah

1	Úvod a cíle práce .....	8
2	Teoretická část .....	9
2.1	Základní pojmy .....	9
2.2	Kurikulární dokumenty .....	10
2.2.1	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia .....	10
2.2.2	Katalog požadavků zkoušek společné části maturitních zkoušek .....	11
2.3	Hodnocení středoškolských učebnic .....	13
3	Praktická část .....	17
3.1	Použité materiály a metody .....	17
3.2	Rešerše učebnic .....	18
3.3	Závěry plynoucí z rešerše a hodnocení témat v učebnicích .....	27
3.4	Veletrh nápadů učitelů chemie .....	28
3.5	Vytvořené učební materiály .....	29
3.5.1	Stavba atomu, radioaktivita a její využití .....	30
3.5.2	Chemie f-prvků a jaderná energetika .....	45
3.5.3	Obrazový materiál .....	56
3.6	Dotazníkové šetření mezi učiteli .....	58
3.6.1	Úvodní informace o vyučujících .....	58
3.6.2	Výuka tématu f-prvky a radioaktivita .....	59
3.6.3	Hodnocení učebních úloh vyučujícími .....	60
3.6.4	Dostupnost stávajících a použitelnost nových úloh .....	64
3.7	Testování učebních úloh se studenty .....	68
4	Diskuse .....	73
5	Závěr .....	79
6	Použité zdroje .....	81
7	Přílohy .....	86

# Seznam zkratek

MŠMT	ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
PSP	periodická soustava prvků
RVP	rámcový vzdělávací program
SŠ	střední škola
ŠVP	školní vzdělávací program
VH	vyučovací hodina
ZŠ	základní škola

# 1 Úvod a cíle práce

Využití reakcí štěpení atomového jádra k produkci elektrické energie patří i v dnešní době k poměrně kontroverzním tématům, kterými se společnost zabývá a která diskutuje. V posledních měsících téma oživila plánovaná dostavba dvou bloků Jaderné elektrárny Temelín, i když poslední informace hovoří o zamítnutí dostavby. [1] Hlavní nedůvěra i pochybnosti z využití jaderné energie pramení z nedostatečné informovanosti veřejnosti a také z antikampaní, které jsou proti jaderné energetice velice často vedeny.

V krátkosti uvedu aspoň jeden příklad demonstrující výše uvedené, a to konkrétně radiační havárii v jaderné elektrárně Fukušima, která se stala v březnu 2011. Od prvních okamžiků po havárii jsme byli médií informováni o úniku radioaktivity do okolí elektrárny a přilehlého oceánu. V důsledku těchto informací se snížila důvěra v jadernou energii, některé státy se dokonce rozhodly omezit či zcela opustit svůj jaderný program. Pokud si však pozorný čtenář prostuduje dostupné články nebo zprávy, zjistí, že uniklá radioaktivita nemá na svědomí žádnou přímou oběť na lidských životech. Nad tímto faktem se pozastavíme, pokud ho dáme do kontrastu s přibližně 16 000 mrtvými obyvateli japonských ostrovů, kteří se utopili v přívalové vlně tsunami. [2] Po přečtení následujícího odstavce si každý může udělat úsudek, jak hodně jsme ovlivněni médií a jak jsme konkrétně odkázáni na informace, které nám poskytují.

Na základě výše nastíněných skutečností byla sepsána diplomová práce nazvaná *Výuka jaderné chemie a chemie f-prvků na středních školách*, která se kromě využití jaderných reakcí v energetice zabývá stavbou atomu, radioaktivitou a skupinou f-prvků. Radioaktivita, neboli ionizující záření, pro nás nepředstavuje pouze nebezpečí při jaderných haváriích, nýbrž nalézá už po desetiletí každodenní uplatnění v průmyslu, zemědělství či lékařství. [3] f-prvky, nejenom aktinoidy, ale i lanthanoidy, se v posledních letech využívají ve velkém množství praktických aplikací, které zatím nebyly zahrnuty do výuky. V mnoha případech nejsou vyučující o těchto novinkách informováni.

Vytvořené učební materiály obsahují různé typy úloh, které by měly u studentů rozvíjet schopnost pracovat s textem, vyhodnotit uvedené informace a rozvíjet dílčí kompetence. Dalším z cílů bylo, aby uvedené úlohy s tématem jaderné energetiky dopomohly k obecné znalosti o jaderných vědách.



## 2 Teoretická část

V úvodu teoretické části diplomové práce jsou vymezeny základní pojmy týkající se studovaného tématu. Dále je rozebrán kurikulární dokument RVP a Katalog požadavků zkoušek společné části maturitních zkoušek z pohledu požadavků na znalosti žáků, konkrétně témata v nich uvedená vztahující se k diplomové práci. V závěru kapitoly je uveden postup sestavení vyhodnocovacího formuláře, který vychází z práce Sikorové [4], k rešerši učebnic. Cílem rešerše učebnic je zjistit, jak jsou studovaná témata zpracována v nejpoužívanějších učebnicích chemie pro střední školy a zda jejich zpracování odpovídá současným požadavkům a situaci ve vědě a společnosti.

### 2.1 Základní pojmy

Pojem *jaderná chemie* se poprvé objevil před 2. světovou válkou, v době, kdy nastal prudký rozvoj využití jaderné energie. Byly potřeba nové postupy a metodiky, rozvíjel se výzkum v oblasti jaderných přeměn. Vladimír Majer, profesor jaderné chemie, definuje jadernou chemii jako „*vědní obor, který se zabývá vlastnostmi hmoty a jevy chemické a fyzikálně chemické povahy, jejichž původcem je nebo na nichž se podílí jádro atomu a jeho přeměny a který využívá vlastností jádra a jeho projevu ke studiu a řešení chemických problémů.*“ [5] Z uvedené definice je patrné, že jaderná chemie představuje komplexní vědu, která má široké uplatnění a přesah do dalších oborů.

Vacík ve svém Přehledu středoškolské chemie [6] definuje jadernou chemii následovně: „*Předmětem studia jaderné chemie jsou chemické jevy spojené s přeměnami a reakcemi atomových jader, možnosti chemického využití jaderných reakcí a aplikace radionuklidů.*“

Někteří autoři a vědci považují jadernou chemii za vědu o jaderných reakcích bez jasného ohraničení od jaderné fyziky, jelikož prolínání obou vědních disciplín je neodmyslitelné. Pro doplnění je zde uvedena definice jaderné fyziky podle Ullmanna: „*Jaderná (a atomová) fyzika zkoumá stavbu a vlastnosti atomů a atomových jader, v kontextu s vlastnostmi elementárních částic. Podává podrobný obraz detailů struktury hmoty a přesvědčivě vysvětluje řadu důležitých jevů na atomární a subatomární úrovni,*

od nichž se odvíjí všechny vlastnosti a projevy hmoty, včetně radioaktivity i chemických reakcí.“ [7]

Lanthanoidy a aktinoidy se na základě své valenční elektronové konfigurace nazývají prvky vnitřně přechodné či f-prvky. Patří do 3. skupiny PSP a do 5., resp. 6. periody. Obě skupiny mají název vždy podle prvního f-prvku, kterým začínají, tj. lanthanem, resp. aktiniem. V diplomové práci je dále používám pojem vzácné zeminy. Lanthanoidy se často vyskytují v přírodě společně se skandiem a yttriem a společně nesou pojmenování vzácné zeminy. Všechny 17 prvků vzácných zemin (patřících do 3. skupiny) má podobné fyzikální vlastnosti. Pojem vzácné zeminy nesouvisí s tím, že by jejich zastoupení v zemské kůře bylo nízké (jak je uvedeno i v Úloze 12 v praktické části), ale že jejich výskyt ve vysokém zastoupení na jednom místě je nízký. Získávají se jako vedlejší produkt při těžbě jiných kovů. Lanthanoidy mají magnetické vlastnosti, které jsou způsobeny jejich elektronovou konfigurací. [8]

## 2.2 Kurikulární dokumenty

Mezi kurikulární dokumenty vymezující témata, která by měla být závazně vyučována, patří RVP. Podrobně budou rozebrány RVP pro gymnázia [9], protože RVP pro střední odborné vzdělávání (kromě chemických středních škol) má velice malou časovou dotaci pro výuku chemie. V důsledku malé časové dotace není ve většině případů středních odborných škol možné zařadit téma jaderné chemie a f-prvků do výuky. Jednotlivé střední školy si pak na základě RVP vytvářejí své vlastní ŠVP.

Další dokument je Katalog požadavků zkoušek společné části maturitních zkoušek – chemie [10], který byl platný od školního roku 2009/2010. Tento dokument připravil CERMAT a byl schválen MŠMT.

### 2.2.1 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

Rámcové vzdělávací programy z chemie [9] jsou natolik obecné, že z celého učiva lze v rámci tématu předkládané práce získat pouze následující dva body.

V rámci kategorie *Obecná chemie* se jedná o učivo

- stavba atomu

a v rámci oblasti *Anorganické chemie* je učivo specifikováno pouze jako

- d- a f-prvky a jejich sloučeniny.

Mezi očekávané výstupy v tématu stavba atomu patří

- *žák využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálně-chemických vlastností látek a jejich chování v chemických reakcích*

a v oblasti f-prvků se jedná o

- *využívá názvosloví anorganické chemie při popisu sloučenin*
- *charakterizuje významné zástupce prvků a jejich sloučeniny, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí.*

Závěrem lze říci pouze to, že v rámci rešerše je pozornost věnována právě množství informací o f-prvcích, které jsou obsaženy v RVP.

Téma radioaktivity patří podle RVP do fyziky a je uvedeno v kategorii *Mikrosvět*. V rámci učiva by se měl žák seznámit s následujícími pojmy: jaderná energie; syntéza a štěpení jader atomů; řetězová reakce a jaderný reaktor. Mezi očekávané výstupy z tématu radioaktivita patří

- *žák posoudí jadernou přeměnu z hlediska vstupních a výstupních částic i energetické bilance*
- *využívá zákon radioaktivní přeměny k předvídání chování radioaktivních látek*
- *navrhne možné způsoby ochrany člověka před nebezpečnými druhy záření.*

## **2.2.2 Katalog požadavků zkoušek společné části maturitních zkoušek**

V následujícím pododdíle je pozornost věnována rozboru požadavků pro společnou část státní maturitní zkoušky z chemie, které jsou uvedeny v Katalogu požadavků zkoušek společné části maturitních zkoušek. [10] Zmíněný katalog vstoupil v platnost ve školním roce 2009/2010. Chemie patřila mezi nepovinné předměty společné části a měla pouze vyšší úroveň. Z chemie v rámci společné části mohli maturovat žáci pouze ve školním roce 2010/2011 a 2011/2012, od následujícího školního roku byla chemie z volitelných předmětů společné části odebrána. Přesto však Katalog požadavků zkoušek společné části maturitních zkoušek přináší cenné informace o tom, jaké by měly být schopnosti žáků po dokončení středoškolského vzdělání.

Katalog požadavků je už poměrně obsáhlejší a lépe napomáhá vytvářet konkrétní představu, jak by skladba učiva měla vypadat a jaké kompetence by si žák měl z výuky odnést, ve srovnání s RVP.

Témata spojená s předloženou diplomovou prací se v Katalogu požadavků zkoušek společné části maturitních zkoušek z chemie vyskytují v kategoriích *Obecná chemie a Anorganická chemie*. Konkrétně se jedná o podkapitoly Chemické prvky a periodická soustava a Jaderné přeměny a chemické reakce v praxi (chemie kolem nás) a Prvky a anorganické sloučeniny v prostředí kolem nás (chemie kolem nás).

První zmiňovaná kategorie „*Chemické prvky a periodická soustava*“ zmiňuje, že by žáci měli zvládat následující témata:

- *popsat složení atomového jádra;*
- *charakterizovat typy radioaktivního záření; rozdíly mezi přirozenou a umělou radioaktivitou; zapsat a doplnit rovnice jaderných reakcí;*
- *vysvětlit pojmy perioda a skupina PSP a periodický zákon a zařadit a klasifikovat prvky PSP (s-, p-, d-, f- prvky; nepřechodné, přechodné a vnitřně přechodné prvky; nekovy, polokovy, kovy).*

Pro zvládnutí druhé kategorie „*Jaderné přeměny a chemické reakce v praxi (chemie kolem nás)*“ by žáci měli umět:

- *vysvětlit podstatu jaderného záření;*
- *vysvětlit zásady ochrany životního prostředí a zdraví člověka před jeho škodlivými účinky.*

Poslední kategorie spojená s tématem diplomové práce „*Prvky a anorganické sloučeniny v prostředí kolem nás (chemie kolem nás)*“ klade na žáky požadavky v oblasti:

- *objasnění existence a přípravy radioaktivních prvků a různé způsoby jejich využití v energetice, v medicíně a ve farmakologii (problematika jaderných elektráren, radioterapie, skladování radioaktivního odpadu).*

V kategorii *Fyzika mikrosvěta* v Katalogu požadavků zkoušek společné části maturitních zkoušek z fyziky [11], jsou v kapitole „*Jaderná a částicová fyzika*“ uvedeny následující požadavky na žáky:

- *rozlišit různé druhy radioaktivního (jaderného) záření.*

## 2.3 Hodnocení středoškolských učebnic

V následující kapitole jsou uvedeny učebnice chemie a jedna středoškolská učebnice fyziky – Fyzika mikrosvěta. Výběr učebnic chemie byl proveden podle výsledků používanosti středoškolských učebnic. Tyto výsledky byly součástí disertační práce Klečky [12]. Při výběru knih pro rešerši byly vynechány učebnice organické chemie, biochemie a přehledy, které jsou primárně určeny spíše k přípravě k maturitní zkoušce z chemie. Z hodnocení nebyl vyřazen Vacíkův Přehled středoškolské chemie [Vacík], jelikož se na gymnáziích často jako učebnice po celou dobu výuky chemie využívá.

Mezi nepoužívanější učebnice, u kterých bude provedena rešerše tématu spojených s diplomovou prací, tedy patří:

1. Honza a Mareček: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1 a 2 [13], [14]
2. Vacík a kol.: Přehled středoškolské chemie [6]
3. Vacík a kol.: Chemie pro I. ročník gymnázií [15]
4. Flemr a Dušek: Chemie I pro gymnázia (obecná a anorganická) [16]
5. Banýr a kol.: Chemie pro střední školy [17]

V praktické části diplomové práce je podrobněji rozebrán obsah výše zmíněných učebnic chemie. Nejpoužívanější učebnice budou hodnoceny podle hodnotící tabulky. Při vytváření hodnotící tabulky se vycházelo z knihy Maňáka [18] a jednotlivé kategorie pro hodnocení vybraných témat v učebnicích vycházejí z článku Sikorové. [4] Finální podoba hodnotící tabulky je uvedena v Tabulce 1.

Tab. 1: Kategorie hodnocených prvků učebních textů

Číslo	Hodnocený prvek učebního textu	Klíčové slovo	Hodnocení		
			stavba atomu	radio-aktivita	f-prvky
1	Jsou výběr učiva v učebnici a úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	Motivace			
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	Srozumitelnost, pochopitelnost			

Tab. 1: Kategorie hodnocených prvků učebních textů - pokračování

Číslo	Hodnocený prvek učebního textu	Klíčové slovo	Hodnocení		
			stavba atomu	radio-aktivita	f-prvky
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	Znalosti žáků			
4	Obsahuje učivo v učebnicích odborně správné poznatky?	Správnost			
5	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	Praxe, každodenní život			
6	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje text, ilustruje text, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	Doprovodný netextový materiál			
7	Splňuje obsah učiva RVP_G?	RVP			

Pro každou z pěti hodnocených testovaných učebnic je v rámci rešeršní práce vyplněna jedna tabulka, u které bude uvedeno jak hodnocení dílčích tří témat, tak i celkové hodnocení učebnice. Učebnice pak budou mezi sebou vzájemně porovnány na základě výsledného procentuálního ohodnocení, kterého každá z učebnic dosáhla.

Hodnocení podle Sikorové bylo upraveno s ohledem na charakter testovaných učebnic, resp. jejich kapitol. Budou hodnoceny pouze vybrané kategorie a podkategorie vůči všem kategoriím, které při hodnocení učebnic používá Sikorová.

Z II. kategorie s názvem „*Přiměřená obtížnost textu a rozsah učiva*“ [4] budou hodnoceny body:

- Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?
- Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?

V rámci hodnocení této kategorie bude důraz kladen na to, jaké znalosti mají žáci v příslušném ročníku, kdy se látka probírá. Jako příklad bude uvedena stavba atomu, která může být (v závislosti na konkrétním ŠVP) probírána v rámci 1. ročníku, kdy studenti mají jen nejzákladnější znalosti. Dále se hodnocení bude zabývat tím, zda jsou pojmy, které autoři využívají k objasnění látky, srozumitelné a pochopitelné. Zda žáci získají celkový přehled a ucelenou představu o dané problematice a nejsou zatěžováni zbytečně náročnými pojmy, zda autoři aspoň nastínili praktické dopady a využití znalostí v každodenním životě.

Z III. kategorie s názvem „*Odborná správnost*“ [4] budou hodnoceny body:

- *Obsahuje učivo v učebnicích odborně správné poznatky?*
- *Odpovídají poznatky v učebnici současnému stavu vědy, kultury a společenské praxe?*

Zde bude hlavním hodnotícím kritériem, jestli autoři učebnic zvládají dodržet odbornou terminologii s ohledem na nutná zjednodušení a přiblížení látky znalostem studentů.

Ze IV. kategorie s názvem „*Motivační charakteristiky*“ [4] budou hodnoceny body:

- *Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?*
- *Jsou výběr učiva v učebnici a úlohy a otázky pro žáky zajímavé?*

V rámci této části budou hodnoceny motivační prvky, tj. zda je výklad podán tak, aby zvyšoval zájem žáků, motivoval je k přečtení textu či k prohloubení znalostí dohledáním informací. Motivace v chemii může být provedena například tím, že žákům jsou poukázány souvislosti mezi chemií a jejím praktickým využitím v každodenním životě. [19] Velmi důležitou roli hraje i vnitřní motivace každého žáka. [20]

Z VI. kategorie s názvem „*Obrazový materiál*“ [4] bude hodnocen bod:

- 2) *Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje text, ilustruje text, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?*

V rámci předposlední hodnotící kategorie bude hodnocen doprovodný obrazový materiál, zda se složitější pojmy autoři učebnic snaží vysvětlit pomocí schémat, grafů

či obrázků. Za každý obrázek či schéma spojené s tématem bude udělen příslušný počet procent.

Poslední řádek hodnotící tabulky obsahuje zhodnocení skutečnosti, zda učivo v učebnicích splňuje požadavky RVP pro gymnázium ve všech třech zmiňovaných kategoriích.



## 3 Praktická část

V začátku praktické části diplomové práce jsou stručně uvedeny použité programy. Poté následuje rešerše a hodnocení učebnic a závěry plynoucí z rešerše učebnic. Krátce je zmíněna prezentace tématu diplomové práce na 2. Veletrhu nápadů učitelů chemie, kde byl s vyučujícími chemie diskutován obsah a hlavně časové možnosti, které mohou v hodinách chemie prezentovanému tématu věnovat.

Hlavní náplní praktické části i diplomové práce byla tvorba učebních textů a materiálů pro výuku. Postupně jsou zpracována témata složení atomu a radioaktivita, využití ionizujícího záření, f-prvky a jaderná energetika. Uvedené teoretické poznatky jsou prokládány různými typy učebních úloh s funkcemi motivační, osvojovací, opakovací a úlohy testové (zjišťování úrovně osvojení učiva). [21]

Poslední částí je dotazníkové šetření mezi středoškolskými vyučujícími chemie. Pedagogové se vyjadřovali k otázkám, kolik času věnují výuce tématu radioaktivita a f-prvky a ohodnotili připravené učební úlohy. Učební úlohy následně vyřešili i studenti gymnázia a poskytli stejně jako vyučující cennou zpětnou vazbu.

Součástí diplomové práce je jako další výukový materiál prezentace v programu MS PowerPoint, ve které jsou fotografie vztahující se k tématu diplomové práce i s popisem připravené pro použití ve výuce.

### 3.1 Použité materiály a metody

Při vypracování diplomové práce byly použity následující programy:

- *MS Office 2003 – Word, PowerPoint, Excel*
- *Google Disk*
- *Mozilla Firefox 26.0*
- *MS Windows - Malování*

## 3.2 Rešerše učebnic

V následující kapitole je u všech hodnocených učebnic uvedena tabulka s výsledky, poté bude následovat slovní hodnocení učebnice doplňující informace obsažené v tabulce. Maximální hodnocení každé kategorie je 100 %, minimum (pokud téma není v knize zpracováno vůbec) je 0 %.

Kategorie č. 5 zaměřená na *praxi a každodenní život* není hodnocena. Jak je uvedeno dále, pouze jedna z hodnocených učebnic zmínila možné využití vlastností stavby jádra v izotopických reakcích. Toto učivo je však rozšiřující (doplňující) a patří spíše až do látky vyučované na vysokých školách.

Procentuální hodnota v *dílčím hodnocení* a *celkovém hodnocení učebnice* je zaokrouhlena (stupnice po 5 %) z důvodu statistického významu uvedených hodnot.

### Honza a Mareček: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1 a 2 [13], [14]

Tab. 2: Hodnocení učebnic 1: Honza a Mareček: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1 a 2

Číslo	Hodnocený prvek učebního textu	Klíčové slovo	Hodnocení		
			stavba atomu	radio-aktivita	f-prvky
1	Jsou výběr učiva v učebnici a úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	Motivace	60	80	70
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	Srozumitelnost, pochopitelnost	80	100	80
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	Znalosti žáků	100	100	80
4	Obsahuje učivo v učebnicích odborně správné poznatky?	Správnost	100	100	60
5	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	Praxe, každodenní život	X	80	80

Tab. 2: Hodnocení učebnic 1: Honza a Mareček: Chemie  
pro čtyřletá gymnázia 1 a 2 - pokračování

Číslo	Hodnocený prvek učebního textu	Klíčové slovo	Hodnocení
			stavba atomu
6	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje text, ilustruje text, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	Doprovodný netextový materiál	50
7	Splňuje obsah učiva RVP_ G chemie?	RVP	100
<b>Dílčí hodnocení</b>			<b>80</b>
<b>Celkové hodnocení učebnice</b>			<b>85</b>

Nejpoužívanější sada učebnic chemie pro čtyřletá gymnázia [13], [14] se skládá ze 3 dílů. V prvním díle je v kapitole Atom rozebrána stavba atomu a radioaktivita a v druhém díle je pak kapitola Vnitřně přechodné kovy, v rámci které je zmíněna i jaderná energie.

Téma stavba atomu je dle mého názoru probráno poměrně stroze, bez historických souvislostí. Je však nutné ocenit styl zpracování, obzvláště jeho praktické zaměření.

Velice oceňuji postoj autorů k tématu radioaktivita, protože pouze v této učebnici byl vysvětlen důvod (princip) radioaktivity některých izotopů princip, podle čeho jsou látky radioaktivní; že záleží na poměru protonů a neutronů v jádře atomu. Tato závislost byla i graficky znázorněna na schématu „řeky stability“ na str. 28.

Typy radioaktivního záření jsou přehledně sepsány, včetně jejich základní charakteristiky. V textu je uveden i graficky vysvětlen pojem poločas přeměny a zmíněna i radiouhlíková metoda používaná při určování stáří archeologických nálezů jako praktická aplikace využití radioizotopů.

Už v rámci obecné chemie je zmíněno umístění f-prvků v PSP včetně vysvětlení. Jako jediná z učebnic také uvádí, že chemie vnitřně přechodných prvků přesahuje rámec učebnice, a proto bude probrána stručně. Ve druhém díle jsou dále uvedeny 4 strany o vnitřně přechodných prvcích (ve srovnání s ostatními učebnicemi dostatečný rozsah).

V rámci použití thoria není vůbec zmíněno jeho využití v jaderné energetice a naopak je větší důraz věnován historickému využití při výrobě žárových punčošek do plynových lamp. O využití lanthanoidů zde není zmínka.

V rámci jaderné energie je podrobně vysvětlen princip jaderného štěpení včetně názorných schémat. Pouze je zmatečně popsáno využití těžké vody jako chladiva – vyplývá z toho, že se těžká voda  $D_2O$  či DTO používá běžně, ačkoliv v jaderných elektrárnách v České republice se používá „obyčejná“ voda  $H_2O$ . D ve vzorcích značí deuterium,  ${}^2_1H$ .

Otázky po studovaných kapitolách sice učivo opakují, ale otázky učivo neprohlubují ani nevedou k hlubšímu pochopení učiva či aplikaci vysvětlených pojmů.

Závěrem bych rád poznamenal, že díky bočnímu pruhu je soubor učebnic velice přehledný a pro studenty praktický při práci s učebnicí nebo při vyhledávání pojmů.

## Vacík: Přehled středoškolské chemie [6]

Tab. 3: Hodnocení knihy 2: Vacík: Přehled středoškolské chemie

Číslo	Hodnocený prvek učebního textu	Klíčové slovo	Hodnocení		
			stavba atomu	radio-aktivita	f-prvky
1	Jsou výběr učiva v učebnici a úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	Motivace	90	60	90
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	Srozumitelnost, pochopitelnost	80	60	90
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	Znalosti žáků	70	40	80

Tab. 3: Hodnocení knihy 2: Vacík: Přehled středoškolské chemie - pokračování

Číslo	Hodnocený prvek učebního textu	Klíčové slovo	Hodnocení		
			stavba atomu	radio-aktivita	f-prvky
4	Obsahuje učivo v učebnicích odborně správné poznatky?	Správnost	100	100	100
5	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	Praxe, každodenní život	100	0	100
6	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje text, ilustruje text, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	Doprovodný netextový materiál	0	0	0
7	Splňuje obsah učiva RVP_ G chemie?	RVP	100	100	100
<b>Dílčí hodnocení</b>			<b>80</b>	<b>50</b>	<b>80</b>
<b>Celkové hodnocení učebnice</b>			<b>70</b>		

Další rozebranou knihou bude Přehled středoškolské chemie od Vacíka [6]. V kapitole Atomy je rozebráno téma stavba atomů i radioaktivity. V začátku je uveden krátký historický úvod, po kterém následuje přehled základních pojmů. Kapitola složení atomového jádra je poměrně stručná. Naopak jako jediná učebnice popisuje praktické využití stavby atomu – a to konkrétně při studiu mechanismu chemických reakcí (použití různých izotopů vodíku).

Rychlost radioaktivní přeměny je demonstrována pomocí limit, což je učivo, které v prvním ročníku žáci neznají, neodpovídá jejich znalostem. V učebnici není žádná zmínka o využití radionuklidů.

f-prvky jsou stručně zmíněny v rámci výstavbového principu. Na konci tématu anorganické chemie jim je věnována samostatná kapitola.

U lanthanoidů je uvedeno jednak jejich zastoupení, jednak využití. Aktinoidům je věnována kratší část. V kapitole jaderná energie je vysvětlen princip jaderného štěpení a princip využití jaderné energie při získávání energie. Pro zajímavost je uvedeno i využití  $^{238}\text{PuO}_2$  v kosmických sondách – tato informace je stále aktuální, protože tento zdroj byl využit i u sondy Curiosity, která zkoumá v současné době povrch Marsu. [22] S využitím jaderných reakcí při výrobě energie je spojena i jaderná fúze, která je v knize zmíněna. V závěru je uvedeno i využití štěpné řetězové reakce při konstrukci jaderných bomb.

Největší slabinou Přehledu středoškolské chemie je, že postrádá ve studovaných tématech úvodní motivační texty, neobsahuje ani jedno schéma či obrázky, kompletně postrádá jakýkoliv doprovodný netextový materiál.

### Vacík: Chemie pro I. ročník gymnázií [15]

Tab. 4: Hodnocení učebnice 3: Vacík: Chemie pro I. ročník gymnázií

Číslo	Hodnocený prvek učebního textu	Klíčové slovo	Hodnocení		
			stavba atomu	radio-aktivita	f-prvky
1	Jsou výběr učiva v učebnici a úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	Motivace	90	60	80
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	Srozumitelnost, pochopitelnost	100	100	80
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	Znalosti žáků	70	90	90
4	Obsahuje učivo v učebnicích odborně správné poznatky?	Správnost	100	100	100
5	Je učivo v učebnici vztahované k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	Praxe, každodenní život	X	100	100

Tab. 4: Hodnocení učebnice 3: Vacík: Chemie pro I. ročník gymnázií - pokračování

Číslo	Hodnocený prvek učebního textu	Klíčové slovo	Hodnocení		
			stavba atomu	radio-aktivita	f-prvky
6	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje text, ilustruje text, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	Doprovodný netextový materiál	50	0	100
7	Splňuje obsah učiva RVP_ G chemie?	RVP	100	100	100
<b>Dílčí hodnocení</b>			<b>85</b>	<b>80</b>	<b>95</b>
<b>Celkové hodnocení učebnice</b>			<b>85</b>		

Posuzovaná učebnice Chemie pro I. ročník gymnázií [15] má už v obsahu uvedenu podkapitolu f-prvky a podkapitolu jaderná energie. Úvodní kapitola o složení a struktuře atomu obsahuje opět vývoj představ a historické souvislosti. V kapitole Model atomu na str. 39 je hezké schéma, jak vypadá dráha částic alfa v blízkosti nabitého jádra atomu – toto názorné schéma může pomoci žákům představit si záležitosti z mikrosvěta. Po kapitole následuje několik otázek, které vedou k přemýšlivé činnosti žáků při vypracovávání odpovědí na otázky, aplikaci poznatků a pomáhají jim vhodně utřídit si nové pojmy. V kapitole radioaktivita jsou vysvětleny základní druhy záření a vzájemně srovnány mezi sebou. Je zde uvedena i mírová cesta využití ionizujícího záření, stejně tak jako zmínka o hrozbě jaderných zbraní pro společnost.

Celkem pět stran v učebnici je věnováno pouze učivu f-prvků (lanthanoidům a aktinoidům) a jaderné energetice. I tyto podkapitoly obsahuje úkoly pro samostatnou práci žáků. V rámci kapitoly o jaderné energetice je výstižně vysvětlen princip fungování jaderných reaktorů využívajících uran jako štěpný materiál. Je zde i zmínka o tehdy aktuálním vývoji jaderné energetiky. V rámci mírového využití jaderné energie je zmíněna i možnost jeho zneužití v podobě jaderných bomb.

Ačkoliv je učebnice stará 30 let a obsahuje pro dnešní dobu již některé neaktuální údaje (zejména politicko-historicko-geografické související s dobou, kdy byla učebnice napsána), tak je napsaná velice zajímavě, obzvláště bych vyzdvihnul styl úloh po každé

z kapitol ve vztahu k myšlenkovému přístupu žáků k úloze. Dále bych na zmíněné publikaci ocenil fakt, že každý nový pojem je nejenom vysvětlen (popřípadě uveden i jeho překlad či historická souvislost), ale hned je používán v na konkrétním příkladě.

## Flemr a Dušek: Chemie I pro gymnázia [16]

Tab. 5: Hodnocení učebnice 4: Flemr a Dušek: Chemie I pro gymnázia

Číslo	Hodnocený prvek učebního textu	Klíčové slovo	Hodnocení		
			stavba atomu	radio-aktivita	f-prvky
1	Jsou výběr učiva v učebnici a úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	Motivace	100	70	0
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	Srozumitelnost, pochopitelnost	90	70	50
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	Znalosti žáků	90	60	0
4	Obsahuje učivo v učebnicích odborně správné poznatky?	Správnost	100	90	0
5	Je učivo v učebnici vztahované k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	Praxe, každodenní život	X	90	30
6	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje text, ilustruje text, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	Doprovodný netextový materiál	0	50	50
7	Splňuje obsah učiva RVP_ G chemie?	RVP	100	100	0
<b>Dílčí hodnocení</b>			<b>80</b>	<b>75</b>	<b>15</b>
<b>Celkové hodnocení učebnice</b>			<b>55</b>		



V učebnici Flemra a Duška [16] obsahuje téma stavba atomu motivační odstavce a text je napsán i populárně-naučnou formou. Radioaktivita je zmíněna v rámci složení atomu, na schématu jsou zobrazeny i typické druhy stínění pro jednotlivé typy záření. Princip radioaktivity vysvětlen není. Více než využití radioaktivity v praxi se učebnice zabývá historickým kontextem objevování radioaktivity.

Většina informací je psána menším písmem, tzn. že se jedná o tzv. doplňující informace a zajímavosti. V rámci standardního textu je v učebnici uveden i poločas přeměny a praktické datování stárí organických materiálů pomocí izotopu uhlíku  $^{14}\text{C}$ . V závěru kapitoly autoři zařadili i několik úkolů, jejichž vyřešením se žák dozví další užitečné informace zejména o radonu a rozpadových řadách.

V učebnici jsou pouze zmíněny f-prvky jako prvky vnitřně přechodné. Graficky je ve schématu PSP vyznačeno, kde se nacházejí. Další informace o tomto tématu učebnice zcela postrádá.

### **Banýr: Chemie pro střední školy [17]**

*Tab. 6: Hodnocení učebnice 5: Banýr: Chemie pro střední školy*

Číslo	Hodnocený prvek učebního textu	Klíčové slovo	Hodnocení		
			stavba atomu	radio-aktivita	f-prvky
1	Jsou výběr učiva v učebnici a úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	Motivace	20	50	0
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	Srozumitelnost, pochopitelnost	80	80	50
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	Znalosti žáků	80	80	0
4	Obsahuje učivo v učebnicích odborně správné poznatky?	Správnost	100	100	0
5	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	Praxe, každodenní život	X	100	0

Tab. 6: Hodnocení učebnice 5: Banýr: Chemie pro střední školy - pokračování

Číslo	Hodnocený prvek učebního textu	Klíčové slovo	Hodnocení		
			stavba atomu	radio-aktivita	f-prvky
6	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje text, ilustruje text, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	Doprovodný netextový materiál	50	50	50
7	Splňuje obsah učiva RVP_G chemie?	RVP	100	100	0
<b>Dílčí hodnocení</b>			<b>70</b>	<b>80</b>	<b>15</b>
<b>Celkové hodnocení učebnice</b>			<b>55</b>		

Poslední hodnocenou učebnicí bude Banýrova Chemie pro střední školy [17]. Úvodní motivační odstavec o stavbě atomu představuje směs jmen, odborných pojmů a krátkých historických souvislost, ale určitě nespĺňuje motivační složku. Úvod do radioaktivity neobsahuje motivační složku. Všechny tři druhy záření jsou charakterizovány a poskytují základní informace o ionizujícím záření.

Stručně je uvedeno i využití radioizotopů v celé řadě aplikací, od průmyslu až po potravinářství. Tato zmínka ve většině učebnic chybí. V rámci praktických aplikací je uvedeno i schéma o využití ionizujícího záření v lékařství.

Co dále v učebnici hodnotím jako kladné, jsou po každé dílčí subkapitole uvedené otázky, takže student se musí zamyslet nad nabytými poznatky a vhodně je aplikovat, pracovat s uvedenými poznatky. Tyto úkoly jsou zvoleny pestře, rozvíjí myšlení žáků a navíc přiměřeně rozšiřuje a dovysvětluje probrané učivo. Jako příklad je zde uveda úloha 1 ze strany 16 týkající se stavby atomu a základních pojmů s tématem spojených:

*„Na základě uvedených výzkumů některých latinských a řeckých slov odvoďte původ pojmů: nukleon, proton, neutron, izotop, radioaktivita:*

- *isos – stejný*
- *topos – místo*
- *nucleus – jádro*
- *neuter – žádný z obou*

- *protos – první*
- *radius – paprsek*
- *activus – činný.*“

f-prvky jsou zmíněny velice krátce v souvislosti s tříděním chemických prvků na nepřechodné, přechodné a vnitřně přechodné. Podobně nedostatečně byly f-prvky uvedeny i v hodnocené učebnici 4.

Pro představu je zde uveden obsah učebnice Fyzika pro gymnázia – Fyzika mikrosvěta [23]. V kapitole *Jaderná fyzika* jsou rozebrána následující témata:

- *Vlastnosti atomových jader*
- *Radioaktivita*
- *Jaderné reakce*
- *Jaderná energetika*
- *Využití radioizotopů a ochrana životního prostředí.*

### 3.3 Závěry plynoucí z rešerše a hodnocení témat v učebnicích

Výsledky rešerše středoškolských učebnic jsou shrnuty v následující tabulce:

*Tab. 7: Srovnání hodnocených učebnic v procentech*

Učebnice	Stavba atomu	Radioaktivita	f-prvky	Celkové hodnocení
Honza a Mareček: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1 a 2	80	95	80	85
Vacík: Přehled středoškolské chemie	75	50	80	70
Vacík: Chemie pro I. ročník gymnázií	85	80	95	85
Flegr a Dušek: Chemie I pro gymnázia	80	75	15	55
Banýr: Chemie pro střední školy	70	80	15	55
<b>Průměr</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>55</b>	<b>70</b>

Nejlepšího hodnocení dosáhly učebnice v kategorii Správnost (obsahuje-li učivo v učebnicích odborně správné poznatky), Srozumitelnost (je-li výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné) a Znalosti žáků (je-li výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků).

Při hodnocení nejlépe dopadly učebnice od autorů Honza a Mareček: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1 a 2 a Vacík: Chemie pro I. ročník gymnázií. Obě zmíněné učebnice získaly při hodnocení shodně 86 %. Učebnice Honza a Mareček: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1 a 2 měla nejlépe ze všech učebnic zpracované téma radioaktivita. V kategorii stavba atomu a f-prvky získala nejvyšší hodnocení druhá ze zmiňovaných učebnic Vacík: Chemie pro I. ročník gymnázií, a to i přesto, že byla vydána před 30 lety.

Naopak většina učebnic často postrádala motivační složku, stejně tak jako doprovodný netextový materiál, který by pomáhal žákům budovat vizuální představu a lépe porozumět učivu. Dvě z používaných učebnic, Flemr a Dušek: Chemie I pro gymnázia a Banýr: Chemie pro střední školy, nespĺňují požadavky uvedené v RVP, protože neobsahují žádné učivo o f-prvcích (kromě zmínky o umístění f-prvků v PSP při učivu o elektronové konfiguraci).

Na základě rešerše byla největší pozornost věnována tvorbě úloh s tématem f-prvků, následované praktickými aplikacemi ionizujícího záření a stavbou atomu. Úlohy byly tvořeny tak, aby odrážely nové poznatky vědy a praktických aplikací a jejich využití ve výuce by doplnilo chybějící texty v učebnicích.

### **3.4 Veletrh nápadů učitelů chemie**

Téma předložené diplomové práce bylo prezentováno na 2. ročníku Veletrhu nápadů učitelů chemie, který se konal 4. a 5. října 2013 na Gymnáziu Pierra de Coubertina v Táboře.

Hlavním cílem představení připravované diplomové práce na konferenci bylo získání zpětné vazby ze strany vyučujících tak, aby vzniklá práce byla užitečná a použitelná při výuce. V rámci diskuse po prezentaci byly s vyučujícími diskutovány následující otázky:

- *Kolik hodin je reálně možné se tématům v hodinách věnovat?*

- *Zda témata „stavba atomu a radioaktivita“ a „f-prvky a jejich aplikace“ učit pohromadě nebo odděleně?*

Učitelé se vyjádřili, že ve většině případů museli s tvorbou ŠVP zkrátit dobu výuky chemie ze 4 let na 3 roky. Proto je v hodinách pro nová témata málo prostoru. Daným tématům se vyučující mohou věnovat v řádu jednotek hodin u stavby atomu a radioaktivity a obdobně 1-2 vyučující hodiny by byli schopni věnovat tématu f-prvky a jejich aplikacím. Na základě názorů vyučujících byly sestaveny učební texty a úlohy k daným tématům a každý vyučující si bude moci vybrat, co při svých hodinách chemie použije.

Mezi učiteli a učitelkami panovala shoda, že téma stavba atomu a radioaktivita by mělo být připraveno pro zařazení do prvního ročníku, a téma f-prvky a jejich aplikace do druhého ročníku při probírání učiva anorganické chemie.

Prezentace z konference i další informace o Veletrhu nápadů učitelů chemie jsou dostupné zde [24].

### **3.5 Vytvořené učební materiály**

Na základě provedené rešerše a diskuse s vyučujícími chemie byly vytvořeny učební texty, materiály a úlohy. Pro lepší přehlednost jsou učební texty rozděleny do dvou částí: Stavba atomu, radioaktivita a její využití, které spadá do učiva obecné chemie a bývá zařazeno v prvním ročníku. Druhé téma, chemie f-prvků a jaderná energetika, následuje v další podkapitole a je určeno jako učivo anorganické chemie. Třetí kapitolou je tvorba prezentace obsahující fotografie vybraných předmětů spojených s tématem.

Informace o využití i vlastnostech f-prvků byly čerpány převážně z knihy Lanthanide and Actinide Chemistry od Simona Cottona [8], která v sobě zahrnuje nejnovější poznatky týkající se lanthanoidů a aktinoidů.

Jako velice užitečné publikace týkající se aplikací radionuklidů se ukázaly Aplikace radiačních metod [3] a Využití ionizujícího záření ve výzkumu [25].

Jako didaktická opora při tvorbě učebních materiálů byly využity monografie autorů Jeřábka, Bílka a Chrástka zabývající se tvorbou didaktických testů. [26], [27] Dále pak publikace Schindlera [28], jejíž náplní je tvorba a hodnocení učebních úloh.

Velmi užitečnou a inspirativní pro styl tvořených úloh a textů byla publikace Olgy Mokrejšové Moderní výuka chemie [29], konkrétně kapitola Osvojování metod práce. Autorka se zde zabývá prací s informacemi – porozumění argumentu, kritickému čtení a vytvoření úsudku. Teoretické informace jsou vždy doplněny praktickými ukázkami.

### 3.5.1 Stavba atomu, radioaktivita a její využití

V následující podkapitole jsou vytvořené učební úlohy, které se zabývají tématem stavba atomu, radioaktivita a její praktické aplikace.

#### Úloha 1. Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny

*Téma: stavba jádra, radioaktivita; typ úlohy: ověřovací*

*Student má k dispozici periodickou soustavu prvků a kalkulačku.*

**Úkol 1:** Přiřaďte názvy (1 – 4) k následujícím reakcím (A – D).

- |   |   |
|---|---|
| 1. Rozpad $\alpha$ za vzniku nebezpečného plynu | A) $^{30}\text{P} \rightarrow ^{30}\text{Si} + e^+ + E$                   |
| 2. Rozpad $\beta$ doprovázený zářením $\gamma$  | B) $^{235}\text{U} + n \rightarrow ^{140}\text{Ba} + ^{94}\text{Kr} + 2n$ |
| 3. Rovnice štěpení uranu v jaderné elektrárně   | C) $e^- + p^+ \rightarrow n^0$  |
| 4. Záchyt elektronu jádrem atomu                | D) $^{226}\text{Ra} \rightarrow ^{222}\text{Rn} + ^4\text{He}$            |

**Úkol 2:** Při plnění následujících úkolů vycházejte z rovnic uvedených v úkolu 1.

5. Který prvek má v jádře nejvíce neutronů?
6. Které prvky patří mezi inertní plyny (18. skupina)?
7. Jaký plyn je považován za zdravotně nebezpečný? Jakou nemoc může způsobovat?
8. Jak se nazývá skupina PSP, kam patří baryum a radium?
9. Která z uvedených částic je nejlehčí?

**Správné odpovědi:**

*Úkol 1: 1D, 2A, 3B, 4C*

*Úkol 2: 5. uran (143 neutronů)*

*6. krypton, radon, helium*

7. radon, jeho dlouhodobá inhalace může způsobit rakovinu plic

8. kovy alkalických zemin

9. elektron či pozitron

Poznámka k úloze: Při vysvětlování pojmu radioaktivita může být užitečné studentům vždy připomenout/seznámit je se zákonem zachování hmotnosti (nukleonového čísla) a zákonem zachování náboje, protože ze znalostí těchto 2 zákonů jsou žáci schopni dopočítávat (doplňovat) chybějící údaje v rovnicích, kde dochází k jaderným přeměnám.

## Úloha 2. Poločas přeměny

*Téma: radioaktivita; typ úlohy: motivační*

*Úloha je určena pro domácí vyřešení.*

**Text:** Poločas přeměny je doba, za kterou se rozpadne polovina radioaktivní látky (přesněji polovina radioaktivních jader, která byla přítomna na začátku). Ze zbývajících poloviny se pak za další poločas přeměny opět polovina (tj. zbývá  $\frac{1}{4}$  původního množství). Poločas přeměny je charakteristická konstanta pro daný radionuklid (soubor radioaktivních atomů o stejném protonovém i nukleonovém čísle) a jeho hodnoty jsou pro vybrané radionuklidy demonstrovány v následující tabulce. U známých radionuklidů se poločasy radioaktivních přeměn pohybují od zlomků sekundy po miliardy let. Existuje dokonce teorie, že všechny prvky na světě jsou radioaktivní. Pouze jejich poločas přeměny je tak dlouhý, že jej zatím neumíme změřit.

Tab. 8: Radionuklidy a jejich poločasy přeměny

Radionuklid	$^{235}\text{U}$	$^{14}\text{C}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{60}\text{Co}$	$^{222}\text{Rn}$
Poločas přeměny	700 000 000 let	5 730 let	1 602 let	5,7 let	3,8 dne

**Úkol:** Na příští hodinu si z následující tabulky vyberte 2 z uvedených izotopů uranu, uhlíku, radia nebo kobaltu a zjistěte, jaké je (popřípadě dříve bylo) jejich praktické využití. Jakou roli v životě člověka může hrát poslední zmíněný radionuklid  $^{222}\text{Rn}$ ?

**Správné odpovědi:**

$^{235}\text{U}$  – palivo v jaderných elektrárnách

*<sup>14</sup>C – určování stáří a pravosti uměleckých předmětů*

*<sup>226</sup>Ra – luminofor (např. zvýraznění na ručičkách budíků, ve tmě svítí)*

*<sup>60</sup>Co – gama ozařování – použití v medicíně, potravinářství, průmyslu*

*<sup>222</sup>Rn – zdroj radiační zátěže – sleduje se v obytných prostorech*

### **Úloha 3. Rozpad radioaktivního izotopu <sup>131</sup>I**

*Téma: radioaktivita; typ úlohy: ověření pochopení a aplikace*

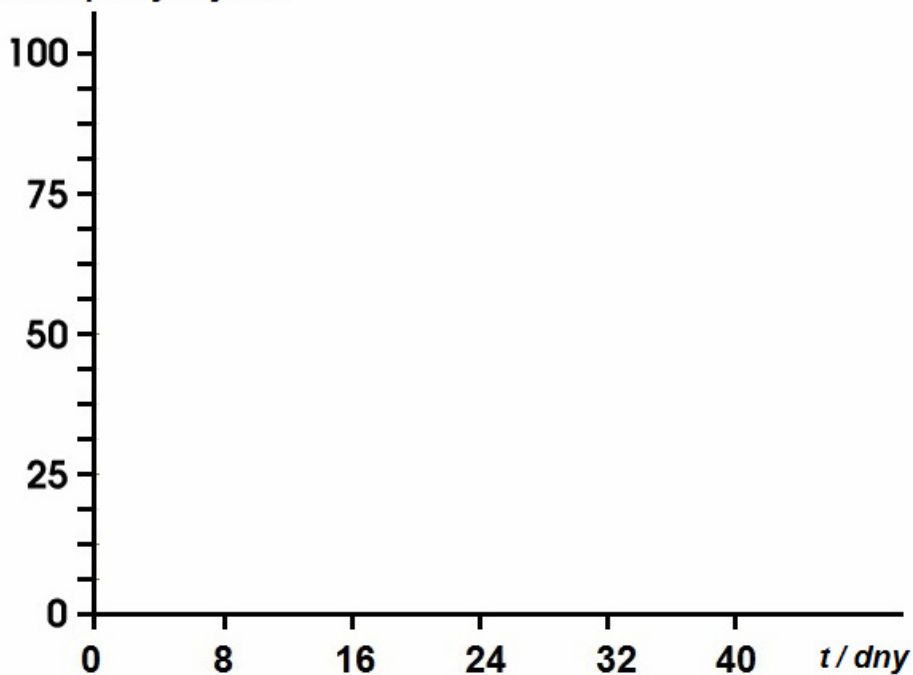
*Student má k dispozici kalkulačku.*

**Text:** Radioaktivita daného množství nestabilního izotopu se s časem snižuje. Pokles jeho radioaktivity se řídí tzv. rozpadovým zákonem a hlavní charakteristikou každého radioaktivního izotopu je poločas přeměny. Poločas přeměny je definován jako doba, za kterou se rozpadne právě polovina množství prvku. Po uplynutí doby 10 poločasů přeměny, kdy radioaktivita daného izotopu klesne přibližně 1000×, můžeme považovat radioaktivní izotop za neškodný. Výjimkou mohou být např. velké průmyslové zariadení o vysoké radioaktivitě, u nichž i po uplynutí doby 10 poločasů přeměny je zbytková radioaktivita natolik vysoká, že by při neodborné manipulaci mohlo dojít k ohrožení zdraví či znečištění životního prostředí. Např. jód <sup>131</sup>I, který má poločas přeměny  $\tau_{1/2} = 8 \text{ dní}$ , může být použit v medicíně pro vyšetřování štítné žlázy, srdce, jater, ledvin, střev či krve, či ve formě léku využít i k terapeutickým účelům při léčení některých typů zhoubných nádorů.

**Úkol 1:** Zakreslete do následujícího grafu 1, jaké bude procentuální zastoupení <sup>131</sup>I na počátku měření a dále po 8, 16, 24, 32 a 40 dnech.



procentuální zastoupení  
nerozpadlých jader



Graf 1: Rozpad radioaktivního izotopu  $^{131}\text{I}$

**Úkol 2:** Za kolik dní můžeme považovat medicínský přípravek obsahující  $^{131}\text{I}$  za „neškodný“?

**Správná odpověď:**

*Úkol 1: Klesá vždy o polovinu předcházející hodnoty. Počáteční hodnota je 100 %.*

*Úkol 2: Za 80 dní.*

**Úloha 4. Jak je definován poločas přeměny? Definujte slovně i vzorcem, u vzorce popište jednotlivé symboly.**

*Téma: radioaktivita; typ úlohy: ověřovací*

**Vzorová odpověď:**

*Poločas přeměny je definován jako doba, za kterou se rozpadne polovina jader radioaktivního izotopu (hmotnost studovaného radioaktivního prvku klesne na polovinu).*

$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ , kde  $N$  je počet jader,  $N_0$  je počáteční počet jader,  $t$  je čas,  $\lambda$  je rozpadová konstanta. **Pozor:** V prvním ročníku žáci neznají pojem exponenciální funkce. Je třeba k tomuto faktu přihlédnout při vysvětlování učiva.

## Úloha 5. Měření poklesu radioaktivity neznámého izotopu

*Téma: radioaktivita; typ úlohy: ověření pochopení a aplikace*

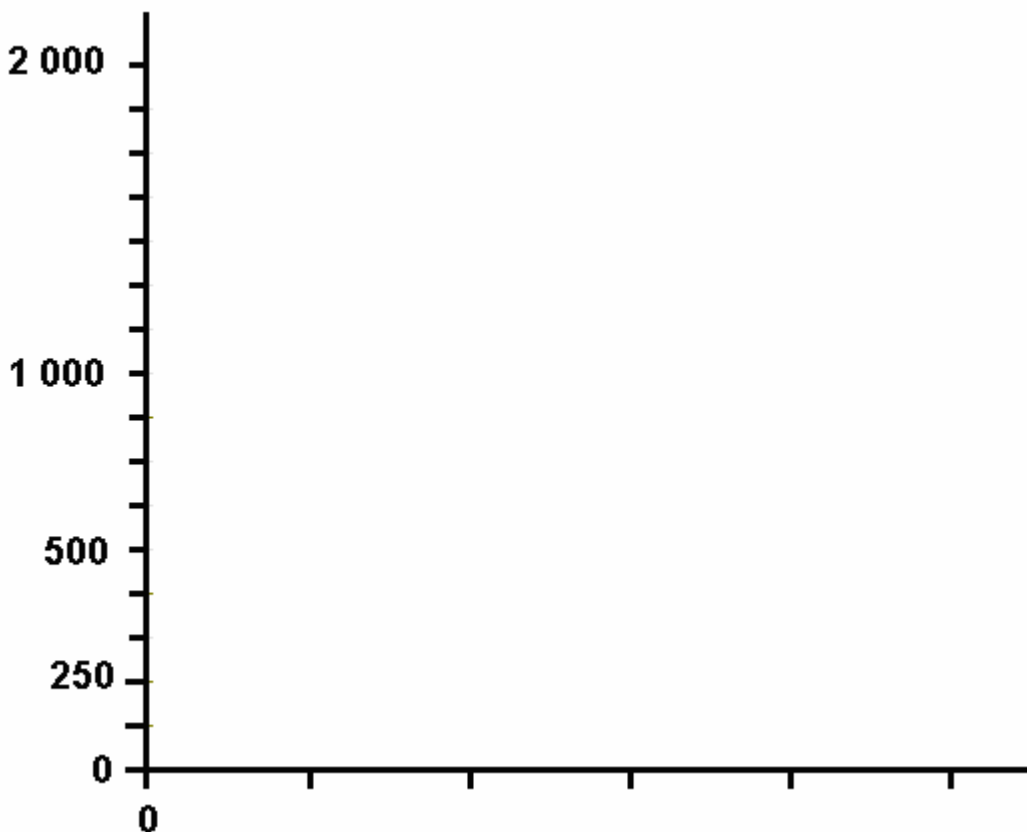
*Student má k dispozici kalkulačku.*

**Text:** Michal měřil v radiochemické laboratoři počet impulzů neznámého radioaktivního vzorku. První den u vzorku naměřil 2135 impulzů, osmý den 1052 impulzů, patnáctý den 525 impulzů a po měsíci 138 impulzů.

*Poznámka: Impulz je detekovaný rozpad. Různé typy měřících přístrojů mají různou účinnost měření a detekují různou část z celkového emitovaného záření.*

**Úkol 1:** Určete přibližný poločas přeměny neznámého izotopu.

**Úkol 2:** Zakreslete údaje o poklesu počtu naměřených impulzů v čase do grafu 2 a vhodně popište osu x a y.



Graf 2: Měření poklesu radioaktivity neznámého izotopu

**Správné řešení:**

*Úkol 1: Poločas přeměny je přibližně 8 dnů.*

*Úkol 2: První den vyznačíme počet impulzů 2135 v čase 0 (jako počátek měření), a poté pokles vždy přibližně na polovinu předchozí hodnoty v počtu impulzů. Osu x můžeme nazvat například Doba od počátku měření / dny a osu y například Počet naměřených impulzů.*

## **Úloha 6. Aplikace radionuklidů a ionizujícího záření v potravinářství**

*Téma: aplikace ionizujícího záření; typ úlohy: motivační*

1. Zadat žákům otázku, jak dlouho jim vydrží jahody ze zahrádky v lednici? A jak dlouho kupované z obchodu, např. dovezené ze zahraničí? Co způsobuje, že se doba, po kterou můžeme potraviny skladovat, liší?
2. Ukázat žákům fotku jahod a zadat úkol: Navrhněte způsob ošetření jahod, který by prodloužil jejich trvanlivost a zároveň neovlivnil jejich požitelnost.



*Obr. 1: Jahoda v zahrádce – vzorový obrázek (převzato z cit. [30])*

3. Poté ukázat obrázek 2: Oba talíře s jahodami byly skladovány za stejných podmínek v lednici po dobu 1 týdne.
4. Zadat žákům za úkol, aby popsali rozdíly mezi oběma vzorky.
5. Doplňující otázka pro žáky: Jak si myslíte, že bylo zabráněno tomu, že jahody nalevo se ani po týdnu skladování nezměnily?



Obr. 2: Změny na jahodách po týdnu skladování (převzato z cit. [31])

**Správná odpověď:**

Jedná se o tzv. ozařování potravin: Podle statistik přichází nazmar hnilobnými procesy nebo předčasným klíčením 25 – 30 % potravin. Jestliže je ozáříme radiačním zdrojem (např.  $^{60}\text{Co}$  – zdroj gama záření), dojde k zahubení mikroorganismů a škůdců nebo se potlačí klíčivost a tím se prodlouží doba skladovatelnosti. Nejčastěji se ozařuje cibule a česnek, brambory, jahody, tropické ovoce, koření či ryby. Gama záření potravinami pouze projde, nijak se v nich neukládá. [32]

**Úloha 7. Vyberte jedno nesprávné tvrzení.**

*Téma: radioaktivita; typ úlohy: ověřovací na pochopení učiva*

Ozařováním potravin ionizujícím zářením se:

- a) zničí choroboplodné zárodky
- b) prodlouží doba skladovatelnosti potravin
- c) potraviny se stanou radioaktivní
- d) zabrání předčasnému klíčení

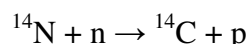
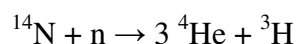
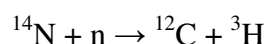
## Úloha 8. Radiouhlíková metoda určování stáří předmětů

*Téma: radioaktivita; typ úlohy: motivační, ověření pochopení učiva a jeho aplikace*

*Student má k dispozici kalkulačku*

**Text:** Stáří různých předmětů pro nás může hrát důležitou roli v celé řadě oborů, jako jsou např. archeologie, historie nebo dějiny umění. Jednou z nejznámějších metod je radiouhlíková metoda, která je založena na radioaktivním izotopu uhlíku  $^{14}\text{C}$  a používá se pro určování stáří předmětů biologického původu.

Působením kosmického záření, resp. protonů a dalších nabitých částic v něm obsažených na částice atmosféry vznikají neutrony. Tyto neutrony způsobují v atmosféře celou řadu jaderných reakcí, uveďme si aspoň následující příklady:



Třetí z uvedených reakcí vzniká právě radioizotop  $^{14}\text{C}$ . Poločas přeměny  $^{14}\text{C}$  je přibližně 5 700 let. V atmosféře se dále oxiduje na  $\text{CO}_2$ . Jako  $\text{CO}_2$  ho přijímají dýcháním rostliny, živočichové pak převážně ve stravě. V důsledku toho se v nich ustálí rovnováha mezi neradioaktivním izotopem  $^{12}\text{C}$  a radioaktivním izotopem  $^{14}\text{C}$ . Stabilní izotop  $^{13}\text{C}$  nemá na fungování této metody význam. Rovnovážná radioaktivita  $^{14}\text{C}$  v 1 g organického uhlíku je přibližně 0,255 Bq.

Po smrti rostliny či živočicha se začne  $^{14}\text{C}$  rozpad a rovnováha se poruší. Přibližnou dobu od smrti rostliny či živočicha můžeme určit podle jednoduchého vztahu

$$A = 0,255 \cdot e^{-\lambda t} \text{ Bq} ,$$

kde  $A$  je změřená radioaktivita,  $\lambda$  je rozpadová konstanta a  $t$  je stáří předmětu. Tento vzorec slouží pouze k orientačnímu přiblížení ke skutečnému stáří předmětu, při samotném výpočtu je třeba vzít v úvahu rušivé vlivy. Tato metoda v praxi vyžaduje i náročné instrumentální vybavení (kvůli detekci  $\beta^-$  záření o nízké energii, které  $^{14}\text{C}$  vyzařuje).

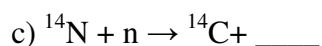
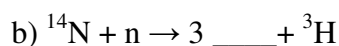
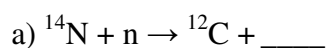
Historický kontext metody: Citace z knihy Musílka, mírně upraveno: „*Za základní práci o této metodě je možná považovat knihu Radiocarbon Dating od prof. W. F. Libbyho. Objev nové metody vzbudil mimořádný zájem. Již počátkem roku 1948 sestavila American Anthropological Association pracovní výbor, jehož úkolem bylo systematicky prozkoumat možnosti využití nové metody v archeologii. V té době byly na vrcholu rozkvětu egyptologické studie a obecněji výzkum celé středomořské oblasti. Radiouhlíkové datování dosáhlo několika významných úspěchů při stanovování stáří předmětů pocházejících z hrobů egyptských faraonů (dřevo z trámu nalezeného v hrobě faraona Džósera, dřevo ze zádušní bárky faraona Senwosreta atp., pak však přišel zdánlivě drtivý úder. Jeden z nejvýznamnějších archeologů USA, zakladatel Orientálního ústavu University v Chicagu James. H. Breasted, zaslal Libbymu kus dřeva ze starého faraonského sarkofágu a Libbyho měření vedlo k závěru, že dřevo je nové. Rozpor mezi archeologickou kapacitou a novou fyzikální metodou však rozřešil sám Breasted. Prozkoumal sarkofág znovu a zjistil, že se nechal oklamat moderním padělkem. Porážka metody se naopak proměnila ve skvělý úspěch.*“ [25]

**Úkol 1:** Proč se vyskytuje v rovnicích právě izotop dusíku  $^{14}\text{N}$ ?

**Úkol 2:** Jak byste zapsali Bq v SI jednotkách? Jaká je hodnota rozpadové konstanty  $^{14}\text{C}$  v Bq?

**Úkol 3:** Pokuste se vzpomenout, jaké informace a vlastnosti o izotopu vodíku  $^3\text{H}$  už znáte?

**Úkol 4:** Doplnit do následujících rovnic chybějící částice



**Úkol 5:** Jak se liší chemická a jaderná reakce?

**Úkol 6:** Jaký izotop uhlíku má na zemi nejvyšší zastoupení?

**Úkol 7:** Laboratoř zabývající se metodou určování stáří archeologických nálezů dostala za úkol zjistit, zda vzorek dřeva z trůnu mohl patřit faraonu Džóserovi, který žil v 27. století před naším letopočtem. Víte, že vzorek dřeva vážící 5,6 gramů obsahoval 42 % uhlíku. Účinnost detekční metody na  $^{14}\text{C}$  byla 27 %. Aktivita vzorku byla určena jako 0,158 Bq. Určete, zda se skutečně může jednat o vzorek z trůnu faraona Džósera.

**Úkol 8:** Proč je v rovnici pro výpočet aktivity uvedena konstanta „255“?

### **Správné odpovědi:**

Úkol 1: Protože  $^{14}\text{N}$  patří mezi hlavní složku atmosféry (78 %)

$$\text{Úkol 2: } [Bq] = [s^{-1}], \lambda = \frac{\ln 2}{5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 3,84 \cdot 10^{-12} Bq$$

Úkol 3: Např.: Jedná o tzv. tritium, radioaktivní izotop vodíku s poločasem přeměny 12,3 let. Dále pak jakékoliv další správné informace.

Úkol 4: a)  $^3\text{H}$ , b)  $^4\text{He}$ , c) p

Úkol 5: Při jaderné reakci se mění složení jádra (počty protonů a neutronů) a vznikají nové prvky. Naopak při chemické reakci se mění elektronové obaly zúčastněných atomů.

Úkol 6:  $^{12}\text{C}$

Úkol 7: Radioaktivita u uhlíku starého přibližně 4 700 let bude

$A = 0,255 \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot 4700}{5730}} = 0,144 Bq$  v gramu organického uhlíku. Dále víme, že vzorek o hmotnosti 5,6 g obsahuje pouze 0,42 hmotnosti uhlíku a detekční účinnost je 0,27.

$A = 5,6 \cdot 0,42 \cdot 0,27 \cdot 0,144 = 0,091 Bq$  - tato hodnota je daleko nižší než radioaktivita vzorku přivezeného do laboratoře. Ten má stáří přibližně pouze 200 let (možno dopočítat obdobným způsobem) Vzorek tedy nepochází z trůnu faraona Džósera.

Úkol 8: Protože rovnovážná radioaktivita  $^{14}\text{C}$  v 1 g organického uhlíku je přibližně 0,255 Bq.

## **Úloha 9. Rozhovor**

*Téma: radioaktivita; typ úlohy: motivační*

Pro oživení a rozšíření pestrosti materiálů je pro studenty připraven rozhovor s Mgr. Kamilou Šťastnou, která se účastnila plavby v Tichém oceánu po nehodě v jaderné elektrárně Fukušima. Při výzkumné plavbě byly monitorovány radioaktivní izotopy, které se při havárii a následném chlazení bloků jaderné elektrárny dostaly do oceánu.

V rámci studia na gymnáziu má být podle RVP realizovaná i mediální výchova pomocí průřezových témat. [33] Žáci mají mít schopnost hodnotit obsah mediálního sdělení a interpretovat jej. Tento učební text může vyučující použít právě při plnění průřezových témat – mediální výchovy.

Rozhovor se svým stylem liší od klasických učebních úloh používaných v chemii a mohl by zaujmout i studenty, kteří preferují humanitní předměty před přírodovědnými.

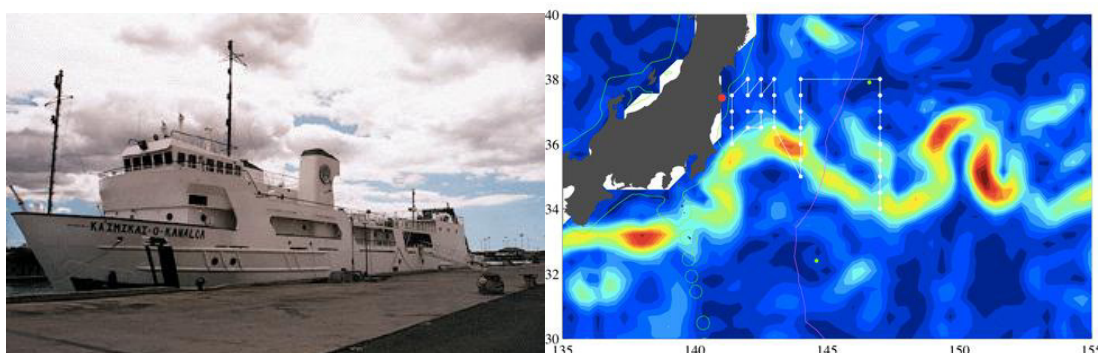
## Monitorování radioaktivních prvků v Tichém oceánu po výbuchu ve Fukušimě

*Můžete čtenářům v úvodu rozhovoru v krátkosti připomenout, co se vlastně ve Fukušimě stalo?*

Dne 11. března 2011 došlo v Tichém oceánu 130 kilometrů východně od pobřeží Japonska k zemětřesení. Zemětřesením vyvolané vlny tsunami poškodily chladicí systém v jaderné elektrárně Fukušima (Fukushima Daiichi). V důsledku přehřátí jaderného reaktoru došlo k explozi vznikajících plynů, která uvolnila do atmosféry radioaktivní prvky. Další kontaminaci do okolí elektrárny zanesla voda použitá při chlazení reaktorů a bazénů s použitým jaderným palivem.

*Jak průzkum oblasti probíhal?*

V souvislosti s touto událostí zorganizoval americký Oceánografický institut ve Woods Hole mezinárodní projekt zabývající se stanovením úrovní radioaktivní kontaminace v Tichém oceánu. Účelem projektu bylo zjistit druhy, množství a způsoby šíření uvolněných radionuklidů. Výsledky byly využity ke studiu mořských proudů a možnému šíření radionuklidů v potravním řetězci. Součástí výzkumu byla výzkumná plavba západní částí Tichého oceánu východně od pobřeží Japonska, podél a přes mořský proud Kuroshio, které jsem měla příležitost se zúčastnit.



Obr. 3: Výzkumná loď *Ka'imikai-O-Kanaloa* (nalevo) a trasa lodi (napravo)[34]

*Plavili jste se poblíž japonského pobřeží, neměla jste strach o své zdraví?*

Strach jsem neměla. Neplavili jsme se v těsné blízkosti Fukušimy, nejbližše jsme se dostali na vzdálenost 30 kilometrů, nejdále pak 200 kilometrů, a plavba trvala pouze 15 dní. Před plavbou jsme obdrželi od organizátora informace o bezpečnosti, založené



na datech poskytnutých japonským Ministerstvem školství, kultura, sportu, vědy a technologie (MEXT) a firmou TEPCO. TEPCo je největší japonská elektrárenská společnost vlastnící a provozující též elektrárnu ve Fukušimě. Pro oblasti vzdálené 15 a 30 kilometrů uváděly hodnoty objemových radioaktivit (pokud byly vůbec detekovatelné) pro rizikové radionuklidy  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  a  $^{137}\text{Cs}$  a jejich srovnání s japonskými přípustnými hodnotami pro oceán.

O měření případné radioaktivní kontaminace na palubě se staral dozimetrista, který minimálně jednou denně procházel loď a měřil dávkové příkony ve společných prostorách. Z nejvíce exponovaných míst (zábradlí, kliky) prováděl stěry filtračním papírem, které následně měřil Geiger-Müllerovým počítačem. Žádná povrchová kontaminace na lodi nebyla zaznamenána.

*Jak velkou dávku jste při pobytu obdrželi?*

Celková radiační dávka obdržená během pobytu na lodi byla stanovena dvěma elektronickými osobními dozimetry, jedním umístěným v podpalubní laboratoři a druhým na opasku dozimetristy. Podle těchto měření obdržel pracovník za dobu pobytu na výzkumné plavbě průměrně celkovou dávku 10  $\mu\text{Sv}$  (pro porovnání: ve střední Evropě za 15 dní obdržíme z přírodního pozadí asi 140  $\mu\text{Sv}$ ).

*Jaké radioaktivní prvky a proč jste při plavbě monitorovali?*

Přímo na lodi probíhalo stanovení radioaktivních izotopů cesia, které bylo i náplní mé práce. Dále se v mořské vodě stanovovaly přírodní izotopy radia s krátkým poločasem přeměny. Výskyt krátkodobých izotopů radia  $^{223}\text{Ra}$  (poločas přeměny  $\tau_{1/2} = 11,1$  dní) a  $^{224}\text{Ra}$  (poločas přeměny  $\tau_{1/2} = 3,6$  dní) v mořské vodě znamená jejich trvalý přísun z pevniny a tedy možnost kontaminace oceánu z povrchových a podzemních vod.

Stanovení cesia přímo na palubě lodi mělo především orientační a bezpečnostní charakter a poskytlo údaje o relativním rozložení kontaminace ve zkoumané oblasti. Přesně bylo cesium přeměřeno až v laboratořích na pevnině.

*Jaké byly závěry z vašeho výzkumu?*

Nejvyšší obsah radioaktivního cesia byl zjištěn v oblastech blízko pobřeží, i když se nejednalo o stanice nejbližší Fukušimě. Nejvyšší radioaktivita, 3 900  $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ ,

se nacházela v oblasti semipermanentního víru, jehož střed je umístěn na 37 ° severní šířky a 142,5 ° východní délky. Radioaktivita kolem 300 Bq·m<sup>-3</sup> byly zjištěny i na východní hranici zkoumané oblasti. Poměr aktivit <sup>137</sup>Cs:<sup>134</sup>Cs byl blízký jedné, což potvrzuje původ z úniků z jaderné elektrárny. V oblasti pod mořským proudem Kuroshio byly hodnoty objemové radioaktivity <sup>134</sup>Cs pod hranicí detekovatelnosti a <sup>137</sup>Cs na úrovni hodnot před havárií, 1-2 Bq·m<sup>-3</sup> (pozůstatek kontaminace z období testování jaderných zbraní v 60. letech 20. století a v menší míře z havárie v jaderné elektrárně Černobyl), což naznačuje, že proud Kuroshio tvoří bariéru průniku kontaminace na jih.

Zjištěné hodnoty ukazují na významné zředění unikající radioaktivity již ve stanicích nejbliže Fukušimě. Hodnoty v místech úniků v elektrárně byly v červnu 2011 průměrně 33 000 Bq·m<sup>-3</sup>. V důsledku mísení poklesly všechny hodnoty objemových radioaktivit naměřené v námi zkoumané oblasti podstatně pod japonské regulační limity pro oceán (90 000 Bq·m<sup>-3</sup>) a ve stanicích vzdálených 30 km od Fukushimy se pohybovaly v rozmezí 600-800 Bq·m<sup>-3</sup>. Tyto hodnoty byly též pod úrovní radioaktivity nejrozšířenějšího přírodního radionuklidu v oceánu – draslíku <sup>40</sup>K (~12 000 Bq·m<sup>-3</sup>).



Obr. 4: Odebírání vzorků mořské vody (nalevo) a podpalubní laboratoř (napravo) [34]

Rozhovor poskytla Mgr. Kamila Šťastná, které za rozhovor děkujeme.

### **Doplňující úlohy k rozhovoru:**

**Úkol 1:** Jakou průměrnou radiační dávku o od přírodního pozadí obdržíte ve střední Evropě za jeden rok?

**Úkol 2:** V jakých místech byla naměřena vyšší radioaktivita než radioaktivita draslíku <sup>40</sup>K?

**Úkol 3:** Porovnejte naměřené hodnoty radioaktivity uniklého cesia v mořské vodě s běžně přítomným radioaktivním draslíkem <sup>40</sup>K.

**Správné odpovědi:**

Úkol 1: V textu je uvedena hodnota přibližně 140  $\mu\text{Sv}$  za 15 dní, je třeba tuto hodnotu převést na radiační dávku za celý rok, tj. asi 3 4000  $\mu\text{Sv}$ .

Úkol 2: Nejvyšší hodnoty radioaktivity byly naměřeny v místě úniku v elektrárně.

Úkol 3: Po nařazení vody obsahující cesium byla jeho radioaktivita v mořské vodě nižší než aktivita draslíku  $^{40}\text{K}$  a výrazně nižší než jsou tzv. regulační limity.

## Úloha 10. Radioaktivita a jaderné energetika

*Téma: radioaktivita a jaderná energetika; typ úlohy: ověření pochopení učiva*

*Student má k dispozici kalkulačku.*

**Úkol:** Vyberte **správné** tvrzení:

- 1) Umělá radioaktivní rozpadová řada se nazývá:
  - a) neptuniová
  - b) aktiniová
  
- 2) Radioaktivita je:
  - a) samovolná schopnost jader se přeměňovat
  - b) doba, za kterou se přemění polovina původního množství atomů
  
- 3) V České republice se jaderná energetika podílí na produkci přibližně
  - a) 5 % energie
  - b) 30 % energie
  
- 4) Velké bílé věže u jaderných elektráren slouží
  - a) k šetrnému uvolňování radioaktivity do atmosféry
  - b) ke chlazení vody v jaderné elektrárně

**Správné řešení:**

*1a, 2a, 3b, 4b*

## Úloha 11. Podstata radioaktivity

*Téma: radioaktivita; typ úlohy: vysvětlovací*

V učebnicích chemie velmi často chybí uvedení podstaty radioaktivity jako vlastnosti izotopu. Ta jde demonstrovat na jednoduchém příkladu s izotopy vodíku ( $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$  a  $^3\text{H}$ ). V úvodu je uveden jednoduchý úkol pro žáky, vyplnit následující tabulku:

**Úkol:** Doplňte do tabulky počty elementárních částic, které jsou v následujících atomech:

*Tab. 10: Stavba atomu izotopů vodíku*

Izotop	Počet protonů	Počet neutronů	Počet elektronů	Poměr neutrony:protony
$^1\text{H}$				
$^2\text{H}$				
$^3\text{H}$				

Poté je možno na poměru počtu neutronů a protonů v jádře vysvětlit, že pokud je poměr špatný (izotop leží mimo tzv. linii stability (závislost počtu protonů na počtu neutronů), jádro je nestabilní a tato nestabilita se projevuje jako jev zvaný radioaktivita. Tritium ( $^3\text{H}$ ) s poměrem 2:1 narozdíl od lehkého vodíku ( $^1\text{H}$ ) a deuteria ( $^2\text{H}$ ) je radioaktivní s poločasem přeměny 12,3 let.

***Správné řešení tabulky:***

Izotop	Počet protonů	Počet neutronů	Počet elektronů	Poměr neutronů:protonů
$^1\text{H}$	1	0	1	0:1
$^2\text{H}$	1	1	1	1:1
$^3\text{H}$	1	2	1	2:1

## 3.5.2 Chemie f-prvků a jaderná energetika

### Úloha 12. Zastoupení lanthanoidů v přírodě

*Téma: f-prvky; typ úlohy: motivační*

*Student má k dispozici periodickou soustavu prvků a kalkulačku.*

**Text:** Hlavním zdrojem lanthanoidů jsou monazitové písky. Mezi nejhojněji vyskytující se lanthanoidy patří cer, který má podobné zastoupení v zemské kůře jako měď či nikl. V přírodě se nevyskytuje promethium, které je radioaktivní a má krátký poločas rozpadu. Nejméně zastoupené thulium a lutecium mají vyšší zastoupení než bismut, stříbro či platinové kovy. Největší světové zásoby lanthanoidů (více než 95 %) se nacházejí v Číně.

**Úkol 1:** Na základě výše uvedeného textu doplňte do tabulky 9 značky prvků – *Ce, Pm a Lu* k příslušnému zastoupení:

*Tab. 9: Prvky a jejich zastoupení*

Prvek	Ni		Cu	Pb		Tm	Ag	Au	
Zastoupení*	84	64	60	14	0,8	0,5	0,08	0,005	0

\*zastoupení je uvedeno v mg/kg, tj. kolik mg daného prvku je obsaženo v 1 kg zemské kůry

**Úkol 2:** Doplňte do textu chybějící údaje:

V zemské kůře se nachází 10× více \_\_\_\_\_ než stříbra, přibližně 20× více stříbra než \_\_\_\_\_ a asi 1 mg/kg \_\_\_\_\_. Výskyt ceru v zemské kůře je na základě uvedené tabulky nejpodobnější výskytu \_\_\_\_\_. Radioaktivní promethium s protonovým číslem \_\_\_\_\_ se v periodické tabulce nachází mezi \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_.

**Správné odpovědi:**

*Úloha 1: Ce, Lu, Pm*

*Úloha 2: lutecia, zlata, lutecia, mědi, 61, neodymem, samariem (odpovědi mohou být i značkou)*

## Úloha 13: Historie a názvy vzácných zemin

*Téma: d-prvky a f-prvky; typ úlohy: motivační*

*Student má k dispozici periodickou soustavu prvků.*

**Úkol:** Doplňte do textu názvy prvků:

Objevování vzácných zemin (lanthanoidy, skandium a yttrium) začalo v roce 1794 ve Skandinávii. Po zmíněném severoevropském poloostrovu bylo pojmenováno \_\_\_\_\_. Na základě starého názvu pro Skandinávii, Thule, se jmenuje \_\_\_\_\_. Podle finského chemika Johana Gadolina, který izoloval první lanthanoidy ve švédské vesnici Ytterby, bylo pojmenováno \_\_\_\_\_. Vesnice Ytterby dala název hned čtyřem prvkům yttrium, terbium, erbium a ytterbium. Geografické pojmenování nese i prvek \_\_\_\_\_, pojmenovaný podle světadílu, na kterém byly lanthanoidy poprvé objeveny. Z latinské varianty švédského hlavního města Stockholm, Holmia, pochází pojmenování pro \_\_\_\_\_ a Paříž, latinsky Lutetia, dala název \_\_\_\_\_. Praseodym a neodým byly původně považovány za jeden prvek, a proto jejich názvy vycházejí z řeckého didymos (dvojče). Název praseodymu byl vytvořen ještě z řeckého prasinos, zelený, a neodymu z řeckého neos, nový.

Dysprosium je pojmenováno podle řeckého „dysprositos“, těžko přístupný. Samarium nese název na počest těžebního důstojníka V. E. Samarského-Vychovca, byl poprvé izolován z nerostu samarskitu. Cer má pojmenování podle trpasličí planety Ceres objevené v roce 1801, tedy 2 roky před objevem ceru. Tato planeta byla pojmenována podle římské bohyně sklizně. Jako poslední bylo po II. světové válce objeveno radioaktivní \_\_\_\_\_, které bylo pojmenováno na počest Promethea, postavy z řecké mytologie, která ukradla bohům oheň a předala ho lidem. Celá skupina nese název odvozený z řeckého „lanthanein“, což znamená „být skrytý“.

***Správné odpovědi:***

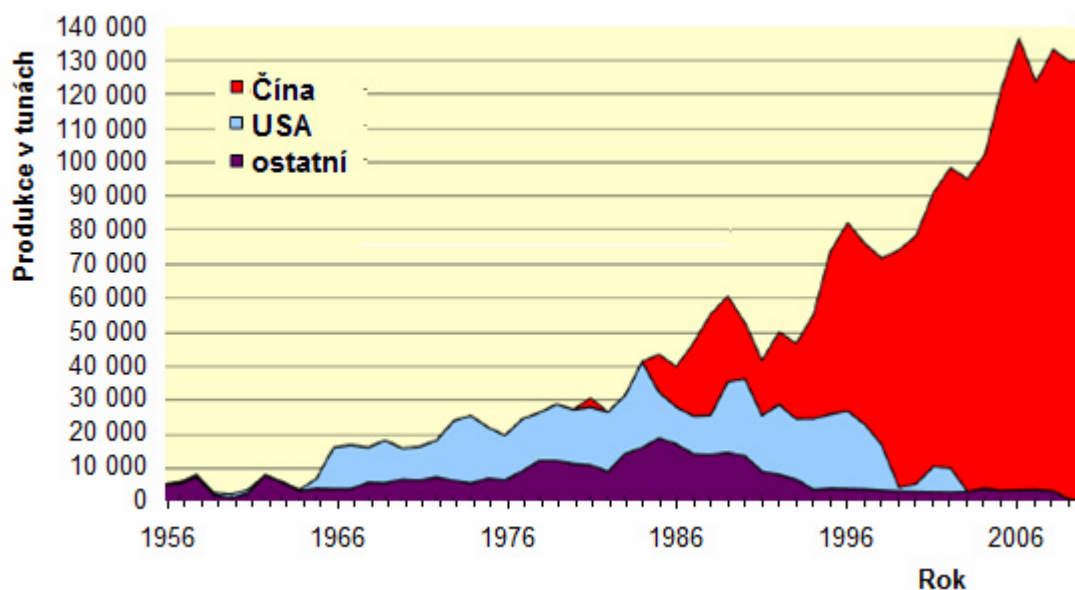
*skandium, thulium, gadolinium. europium, holmium, lutecium, promethium*

## Úloha 14. Produkce vzácných zemin

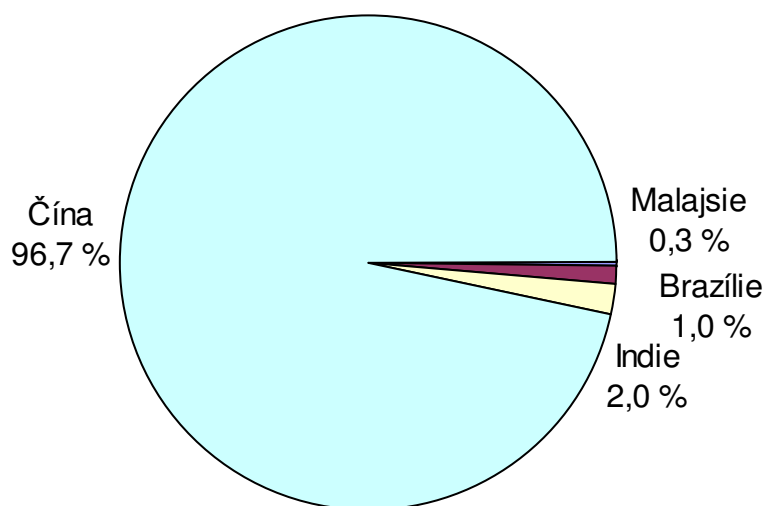
*Téma: f-prvky; typ úlohy: motivační, aplikace informací*

*Student má k dispozici kalkulačku.*

**Text:** Na následujících grafech je zobrazena produkce vzácných zemin v historickém přehledu a jejich výroba v roce 2009. Prostudujte si grafy 3 a 4 a poté vyřešte úkoly:



Graf 3: Trendy ve světové produkci vzácných zemin v letech 1956 – 2010. (Převzato z cit. [35], upraveno)



Graf 4: Světová produkce vzácných zemin v roce 2009. (Převzato z cit. [35], upraveno)

**Úkol 1:** Jaká byla celosvětová přibližná průměrná produkce vzácných zemin mezi lety 1956 – 1965?

**Úkol 2:** V jakém roce začalo období těžby vzácných zemin v USA?

**Úkol 3:** Která země je v současné době hlavním producentem vzácných zemin?

**Úkol 4:** Jaká byla celková produkce vzácných zemin v roce 2010?

**Úkol 5:** Jaké dva státy byly hlavními producenty vzácných zemin v první polovině 90. let?

**Úkol 6:** Jaké další státy kromě Číny se v současné době zabývají těžbou vzácných zemin?

**Úkol 7:** Kolik tun vzácných zemin se přibližně vytěžilo v roce 2009 v Indii?

***Správné odpovědi:***

*Úkol 1: 3 000 – 7 000 tun*

*Úkol 2: 1964*

*Úkol 3: Čína*

*Úkol 4: 130 000 tun*

*Úkol 5: Čína a USA*

*Úkol 6: Malajsie, Indie a Brazílie*

*Úkol 7: v roce 2009: celková produkce 130 000 tun, z toho 2 %: 2 600 tun (nutná kombinace grafu 1 a 2)*

## **Úloha 15. Využití vzácných zemin v praxi [36]**

*Téma: f-prvky; typ úlohy: motivační, aplikace informací*

*Student má k dispozici periodickou tabulku prvků.*

**Text:** Hlavní předností kovů vzácných zemin je ta, že i v malém množství, jako příměsí, mění vlastnosti materiálů. Těto vlastnosti se využívá například v permanentních magnetech, které jsou součástí počítačových pevných disků či baterií v hybridních automobilech. Dále se ve formě svých sloučenin, nejčastěji oxidy, sulfidy či křemičitany využívají v zářivkách, obrazovkách či displejích, kde vytvářejí viditelné světlo (jako tzv. luminofory). V petrochemii se používají jako katalyzátory používat ke krakování ropy či při výrobě bionafty. Přidávají se jako příměsí do slitin kovů či skel.

**Úkol:** Připište značky prvků k jednotlivým součástem automobilu na obrázku 5, znáte-li jejich použití:



*Lanthan*: jako součást skla má schopnost zadržovat UV záření

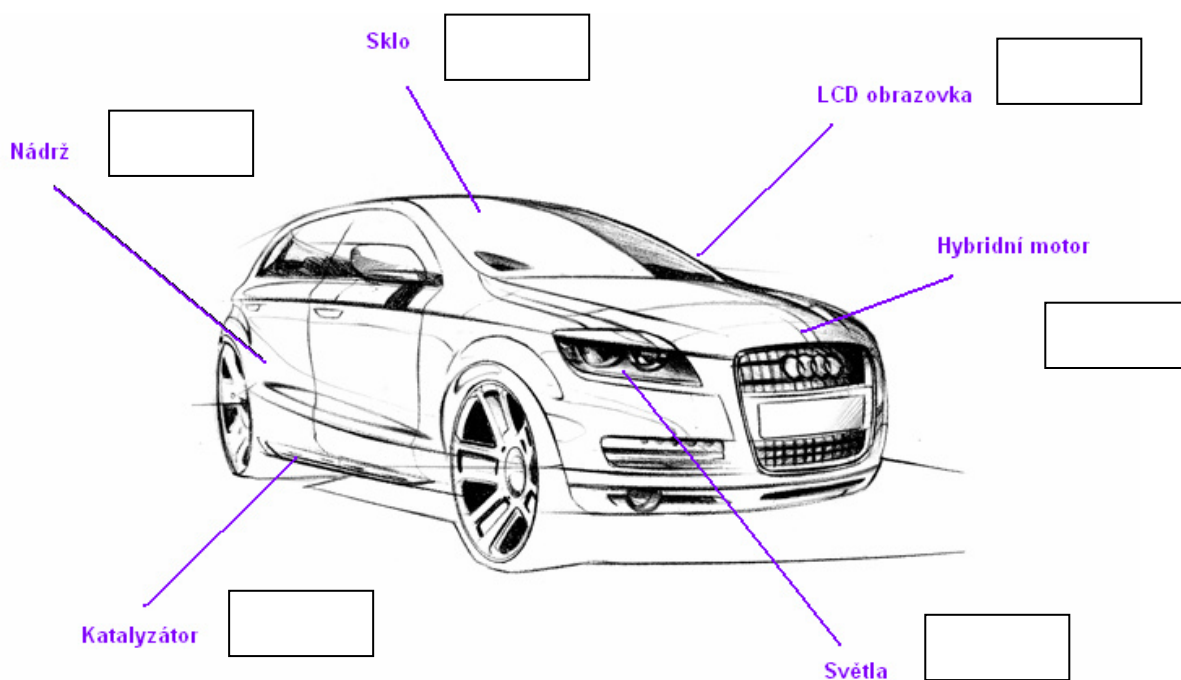
*Europium, yttrium, terbium*: zdroj záření v obrazovkách

*Lanthan, yttrium*: osvětlení

*Lanthan*: krakování paliva

*Cer*: katalyzátor výfukových plynů, snižuje spotřebu vzácných kovů (např. platiny)

*Neodym, praseodym, dysprosium*: součást hybridních motorů



Obr. 5: Využití vzácných zemin

**Správné odpovědi:**

*Nádrž: La; Sklo: La; LCD obrazovka: Eu, Y, Tb; Hybridní motor: Nd, Pr, Dy; Světla: La, Y; Katalyzátor: Ce*

## Úloha 16. Lanthanoidy I

*Téma: lanthanoidy; typ úlohy: ověření znalostí*

**Úkol:** Rozhodněte o správnosti následujících tvrzení. Chybná tvrzení opravte.

1. Lanthanoidy patří mezi f-prvky.
2. Všechny f-prvky jsou radioaktivní.

3. Lanthanoidy jsou podobně jako rtuť kapalné kovy.
4. Lanthanoidy jsou netečné, tvoří sloučeniny s jinými prvky.
5. Mořská voda je jedním z největších zdrojů lanthanoidů.
6. Sloučeniny lanthanoidů nacházejí uplatnění například v displejích počítačů.

**Správné odpovědi:**

1. Správně.
2. Nepravdivě. Většina lanthanoidů (kromě promethia) jsou stálé prvky.
3. Nepravdivě. Jedná se o pevné stříbrnolesklé kovy.
4. Nepravdivě. Běžně tvoří sloučeniny, jako např. oxidy, dusičnany či sulfidy.
5. Nepravdivě. Monazitové písky jsou hlavním zdrojem lanthanoidů.
6. Správně.

## Úloha 17. Lanthanoidy II

*Téma: lanthanoidy; typ úlohy: ověření znalostí*

**Úkol:** Doplňte chybějící slovo v textu:

1. Lanthanoidy patří do \_\_\_\_\_ skupiny PSP, proto je jejich typickým oxidačním číslem +3.
2. Od La k Lu se postupně obsazuje elektrony orbital \_\_\_\_\_, proto se nazývají f-prvky.
3. Největší naleziště lanthanoidů se nachází v \_\_\_\_\_, tento stát je i jejich největším producentem.
4. V přírodě se nenachází \_\_\_\_\_, protože nemá žádný stabilní izotop (je radioaktivní).
5. Kuřáci cigaret využívají některé z lanthanoidů při zapalování cigaret, protože jsou součástí \_\_\_\_\_ zapalovačů.

**Správné odpovědi:**

1. do 3. skupiny (III.B)
2. orbital 4f
3. v Číně

4. *promethium*

5. *škrtacích kamínků zapalovačů*

## Úloha 18. Lanthanoidy III

*Téma: lanthanoidy; typ úlohy: ověření znalostí*

**Úkol:** Rozhodněte o správnosti tvrzení. Správnou odpověď zakroužkujte.

1. ANO NE Lanthanoidy patří mezi d-prvky.
2. ANO NE Lanthanoidy tvoří sloučeniny s kyslíkem.
3. ANO NE Lanthanoidy jsou vzhledem podobny stříbru.
4. ANO NE Monazitové písky patří mezi největší zdroje lanthanoidů.
5. ANO NE Lanthanoidy nacházejí uplatnění například v katalyzátorech výfukových plynů.

***Správné odpovědi:***

*1. NE, 2. ANO, 3. ANO, 4. ANO, 5. ANO*

## Úloha 19. Lanthanoidy IV

*Téma: lanthanoidy; typ úlohy: ověřovací na pochopení učiva*

**Úkol:** Vyberte tvrzení, které **není** správné.

Lanthanoidy:

- a) se hojně vyskytují v Číně
- b) používají se např. v elektronice
- c) jsou kovy
- d) patří do 5. periody PSP

***Správná odpověď: d***

## Úloha 20. f-prvky

*Téma: lanthanoidy; typ úlohy: ověření znalostí*

**Úkol:** Doplňte správné chybějící slovo v textu.

1. Od La k Lu se postupně \_\_\_\_\_ velikost (poloměr) atomu, tento jev se nazývá lanthanoidová kontrakce.
2. Největší naleziště lanthanoidů se nacházejí v \_\_\_\_\_, tento stát je i jejich největším producentem.
3. Lanthanoidy patří do \_\_\_\_\_ skupiny, proto je jejich typickým oxidačním číslem +3.
4. V českých jaderných elektrárnách se jako palivo používá \_\_\_\_\_.

**Správné odpovědi:**

- 1. zmenšuje, 2. v Číně, 3. 3. nebo III. B (podle staršího označení), 4. uran*

## Úloha 21. Stavba atomu

*Téma: f-prvky a stavba atomu; typ úlohy: ověření znalostí*

*Student má k dispozici periodickou tabulku prvků.*

**Úkol:** Určete počet elementárních částic u následujících prvků. Dále rozhodněte, zda prvek patří mezi lanthanoidy, nebo aktinoidy:

$^{235}\text{U}$ :	Počet protonů:	Počet neutronů:	Počet nukleonů:
	Počet elektronů:		

$^{145}\text{Pm}$ :	Počet protonů:	Počet neutronů:	Počet nukleonů:
	Počet elektronů:		

$^{241}\text{Am}$ :	Počet protonů:	Počet neutronů:	Počet nukleonů:
	Počet elektronů:		

**Správné odpovědi:**

*U: 92, 143, 235, 92 - aktinoidy*

*Pm: 61, 84, 145, 61 – lanthanoidy*

*Am: 95, 146, 241, 95 - aktinoidy*

## Úloha 22. Štěpení $^{235}\text{U}$

*Téma: f-prvky a jaderná energetika; typ úlohy: ověření znalostí*

**Úkol:** Doplňte do textu o štěpení  $^{235}\text{U}$  vynechaná slova ve správném tvaru.

*produkt, teplo, neutron, energie, palivo*

Při jaderných reakcích se uvolňuje obrovské množství \_\_\_\_\_. Energeticky významné jsou štěpné jaderné reakce, při nichž se atom štěpí účinkem neutronů tak, že se uvolní větší počet neutronů, než kolik se na štěpení spotřebovalo. Tuto vlastnost má například  $^{235}\text{U}$ , který se proto v jaderných elektrárnách používá jako \_\_\_\_\_. Jeho štěpení vyvolá srážka letícího \_\_\_\_\_ s jádrem atomu uranu. Z místa štěpení se velikou rychlostí rozletí dvě jádra středně těžkých prvků a dva až tři neutrony. Jak štěpné produkty narážejí na okolní atomy, ztrácejí rychlost a jejich pohybová energie se mění na \_\_\_\_\_. Uvolněné neutrony mohou narazit na další jádra atomů uranu a dojde k další štěpné reakci. V současné době je známo asi 200 různých \_\_\_\_\_ štěpných reakcí.

***Správné řešení:***

*energie, palivo, neutronu, teplo, produktů*

## Úloha 23. Jádro – bezemisní, efektivní, ale investičně náročný zdroj

*Téma: jaderná energetika; typ úlohy: motivační*

Následující článek byl převzat z Energy Outlook [37] a je zde uveden v nezměněné podobě, aby žáci měli možnost v rámci úloh pracovat i se skutečnými články. Po článku jsou uvedeny úkoly, které by si žáci s pomocí vyučujícího měli po přečtení článku vypracovat.

**Text:** **Jádro – bezemisní, efektivní, ale investičně náročný zdroj**

*„Jaderná energetika má v Evropě více než padesátiletou tradici. Za vůbec první komerční jadernou elektrárnu se považuje elektrárna Calder Hall ve Velké Británii. K síti byla připojena v roce 1956 a její čtyři bloky poskytovaly celkový výkon 240 MW.*

*Na světě je v současné době v provozu více než 430 jaderných reaktorů s celkovou kapacitou nad 371 GW – na výrobě elektřiny se pak jádro celosvětově podílí přibližně 13 procenty. Jadernou energetiku využívá 32 zemí včetně Česka. Evropská Unie patří v jejím využití mezi světovou špičku, jádro pokrývá přibližně třetinu její spotřeby elektřiny. Ve výstavbě je na světě v současnosti 70 reaktorů a 173 je plánovaných.*

*Výstavba jaderného reaktoru je investičně i časově náročná. Včetně přípravy všech licenčních a povolenacích řízení může trvat do spuštění jaderné elektrárny až kolem 20 let. Její životnost je pak až 60 let.*

*Největšími výhodami jaderné elektrárny jsou především nízké provozní náklady a bezemisní výroba. Jaderná elektrárna o výkonu 1000 MW nahradí ročně až 3 miliony černého, 7 milionů tun hnědého uhlí nebo 1,3 miliardy metrů krychlových zemního plynu. Uranu, z něhož se jaderné palivo vyrábí, je ve světě dostatek. Jeho největší zásoby se nacházejí v Austrálii, Kanadě, Kazachstánu a Rusku. Jeho získávání je však složité. Česko sice uran těží v Dolní Rožínce na Žďársku, nemá ale vybudované zařízení na výrobu paliva. Vytěžený uran se tak exportuje do zahraničí a jaderné palivo je ze 100 procent dovážené. Vybírat je možné z několika dodavatelů po celém světě a případně lze jaderné palivo – na rozdíl od jiných zdrojů – dlouhodobě skladovat.*

*Palivo vyvezené z reaktoru není považované za odpad. Stále totiž obsahuje 95 procent nespotřebovaného uranu spolu s množstvím radionuklidů ze štěpení. Radioaktivita těch nejaktivnějších – cesia 137 a stroncia 90 klesne na poměrně bezpečnou úroveň za zhruba 300 let. V současnosti existují technologie na jeho přepracování a znovuvyužití. Tento proces je ale zatím dražší než výroba nového paliva. Využité palivo se tak zatím ukládá v meziskladech a jeho další zpracování je otázkou technologického vývoje. Jejich kapacita vystačí na celou uvažovanou dobu životnosti reaktorů.*

*Pokud se použité jaderné palivo jednou odpadem stane, bude uloženo do hlubinného geologického úložiště. Současné návrhy počítají s jeho zprovozněním kolem roku 2065. S hlubinným úložištěm ale zatím zkušenosti nejsou. V Evropě má být první úložiště otevřené až v roce 2020 ve Finsku. Místa pro další se teprve hledají.“ [37]*

**Úkol:** Vyberte tvrzení, které/á *nevyplývají* z výše uvedeného článku:

- a) V současné době je v Evropské unii počet plánovaných jaderných reaktorů vyšší než počet jaderných reaktorů ve výstavbě.

- b) První komerční jaderná elektrárna byla spuštěna v padesátých letech ve Velké Británii.
- c) Pokud by se v roce 2015 začala plánovat výstavba jaderné elektrárny, musela by být nejpozději v roce 2095 podle současných pravidel odstavena.
- d) Z uranu z naleziště v Dolní Rožínce si Česká republika vyrábí své vlastní palivo.
- e) Využití jaderné palivo se ukládá v meziskladech po dobu 300 let.

**Správné řešení:**

*Úkol: a, d, e*

- a) Nevyplývá, údaje uvedené v článku se vztahují pro celý svět.*
- b) Ano, v roce 1956.*
- c) Ano, počítáme až 20 let na získání potřebných povolení a až 60 let provozu, celkem tedy za 80 let.*
- d) Nevyplývá, v textu je uvedeno, že se palivo vyrábí v zahraničí.*
- e) Nevyplývá, využití jaderné palivo se ukládá v meziskladech po dobu přibližně 30 let, doba 300 let se vztahuje k radioaktivitě izotopů cesia a stroncia přítomných ve využitém palivu.*

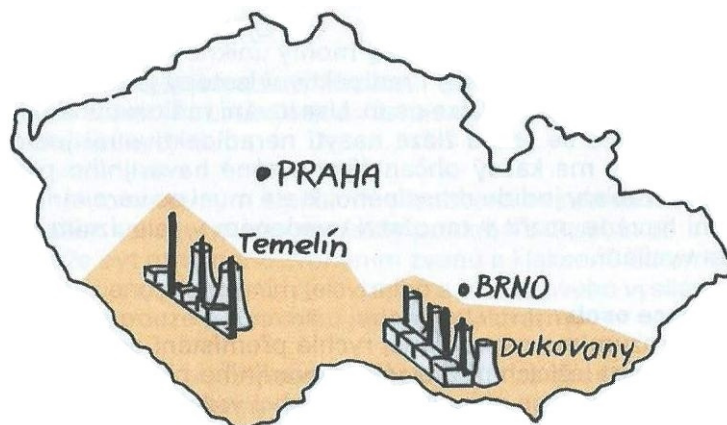
## Úloha 24. Radiační havárie

*Téma: jaderná energetika; typ úlohy: motivační*

**Text:** V jaderných elektrárnách v České republice se produkuje přibližně 35 % produkce elektrické energie. [38] Jako palivo, tzv. štěpný materiál se používá uran, konkrétně směs izotopu uranu  $^{235}\text{U}$  (3-4 %) a  $^{238}\text{U}$  (96–97 %). Mnoho obyvatel se jaderných elektráren bojí, protože znají důsledky svržení atomových bomb na Hirošimu a Nagasaki či havárii v černobylské elektrárně. Aby došlo k jadernému výbuchu musí být obsah  $^{235}\text{U}$  v atomové bombě aspoň 40 a více procent. Dojde-li k poškození jaderné elektrárny, jako v případě Černobyli či Fukušimy, hovoříme o tzv. radiační havárii.

V případě radiační havárie jsou lidé žijící v zóně havarijního plánování (cca do 10 km od jaderné elektrárny) upozorněni sirénami na vzniklé nebezpečí. Poté by se lidé měli co nejrychleji ukrýt v budovách, aby se izolovali od radioaktivního záření, které se mohlo uvolnit do ovzduší. Poté následuje tzv. jodová profylaxe, tedy požití tablet jodidu draselného. Během radiační havárie by se mohly uvolnit i radioaktivní izotopy jódu,

které mohou být pro člověka nebezpečné. Poslední fází je evakuace osob z oblasti havarijní zóny.



Obr. 6: Jaderné elektrárny v České republice (převzato z cit. [39])

**Úkol 1:** Může dojít v českých jaderných elektrárnách k jadernému výbuchu?

**Úkol 2:** Proč se podávají jodové tablety?

**Správné řešení:**

*Úkol 1: Nemůže, jak je uvedeno v textu, aby došlo k jaderné havárii, musí být obsah izotopu uranu  $^{235}\text{U}$  v desítkách procent, v našich elektrárnách se používá pouze 3,5% obohacení. Mohlo by dojít k tzv. radiační havárii, nikoliv však k jadernému výbuchu.*

*Úkol 2: Jód se v lidském těle usazuje zejména ve štítné žláze. Pokud se štítná žláza nasytí neradioaktivním izotopem jódu obsaženým v tabletách, nedochází pak k biologickému zabudování vdechovaného radioaktivního jódu. [39]*

### 3.5.3 Obrazový materiál

V rámci učebních materiálů byla vytvořena prezentace vybraných předmětů spojených s tématem diplomové práce. Tyto předměty byly pro fotografování zapůjčeny Fakultou jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT v Praze. Fotografie byly pořízeny fotoaparátem Canon 70D s objektivem Sigma 17-70.

Součástí prezentace jsou fotografie vybraných předmětů:

1. Uranové nádoby – hydráty diuranátu ( $\text{M}_2\text{U}_2\text{O}_7 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ ) s kationty alkalických kovů (nejčastěji  $\text{Na}^+$  nebo  $\text{K}^+$ ) se přidávaly jednak jako příměsi do skla, které pak mělo



většinou žlutou či zelenou barvu, jednak do barev, které se využívaly pro dekoraci.  
[5]

2. Uranové nádobí II
3. Fluorescence uranových sloučenin – pod fialovým světlem lze vidět schopnost uranu fluoreskovat (zářit, svítit). Tento jev nemá nic společného s radioaktivitou. Při radioaktivních přeměnách dochází ke změně složení jádra atomu. Při fluorescenci (popř. fosforescenci, která má stejný mechanismus, ale trvá delší dobu než fluorescence) dochází vlivem absorbovaného záření (v daném případě světla) k přechodu elektronů na vyšší kvantovou hladinu. Při návratu elektronu na nižší hladinu dochází k vyzáření fotonu, který lze vzhledem ke kratší vlnové délce pozorovat pod fialovým světlem. [40] Z historických událostí je zajímavé, že právě samotná radioaktivita byla objevena, když v roce 1896 Henri Becquerel zkoumal fosforescenci uranové rudy. [5]
4. Využití radia jako luminoforu na ručičkách a cifernících. Rádium se nanášelo na ručičky a ciferníky hodinek a dalších přístrojů.
5. Kouřový detektor obsahující americium – dříve hojně používaný, dnes už pro přítomnost radioaktivního americia bývá nahrazován jinými technologiemi.
6. Auerova punčoška – někdy též nazývána thoriová punčoška obsahuje oxid ceričitý a oxid thoričitý a používala se v plynových lampách.
7. Omítka z Jáchymova. Při stavbě domů v Jáchymově se dlouhou dobu používala suť vzniklá při těžbě uranu, která je v důsledku přítomnosti radioaktivních příměsí (rozpadové produkty uranu  $^{235}\text{U}$  i  $^{238}\text{U}$  (viz aktiniová a uranová řada) radioaktivní. Rozpadové produkty uranu mají výrazně kratší poločas rozpadu než mateřský uran, a proto se z větší části podílejí i na radioaktivitě smolince. [41]
8. Sklo ozářené gama zářením – pokud se čiré sklo ozařuje gama zářením (fotony), mění se dočasně jeho struktura a v závislosti na dávce (kolik energie se sklu předá) má různé stupně zbarvení dohněda. Postupem času dochází opět k zprůhlednění skla.
9. Fotografie vzácných zemin – dysprosium, erbium, gadolinium a yttrium.
10. Fotografie sloučenin lanthanoidů – dusičnan neodymitý, oxid lanthanitý a oxid neodymitý.
11. Uranová ruda – smolinec (oxid uraničitý).
12. Uranová ruda smolinec a detektor ionizujícího záření. Na displeji detektoru je zobrazena hodnota 14,56  $\mu\text{Sv/h}$ . Průměrná hodnota pozadí je 0,3  $\mu\text{Sv/h}$ .

Prezentace s fotografiemi je přílohou diplomové práce. Další fotografie a informace o využití f-prvků lze najít v knize Prvky [42] Theodora Graye.

### 3.6 Dotazníkové šetření mezi učiteli

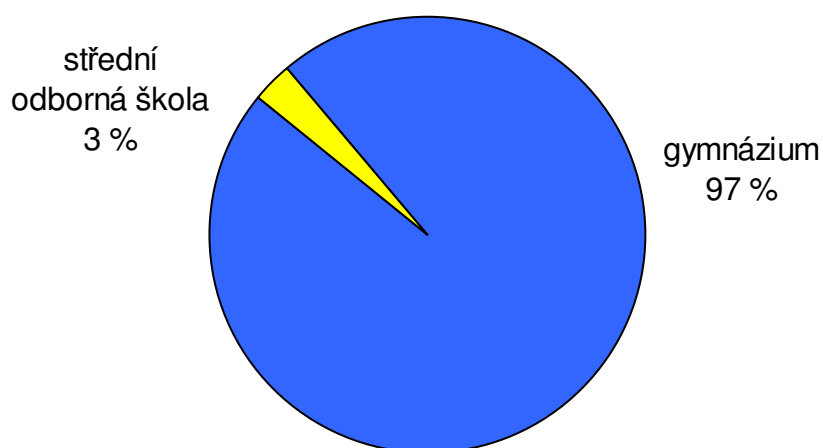
Na diskusi s vyučujícími v rámci prezentace připravované diplomové práce na 2. Veletrhu nápadů učitelů chemie navázalo internetové šetření. Vyučující středních škol se vyjadřovali k současné situaci na poli učebních úloh s tématem stavba jádra, radioaktivity a f-prvky a hodnotili i nově připravené učební úlohy.

Dotazníkové šetření probíhalo v měsících březnu a dubnu 2014 a celkem se ho zúčastnilo 32 vyučujících středních škol. Níže jsou uvedeny odpovědi vyučujících. Pro lepší přehlednost je kapitola členěna na podkapitoly, které kopírují členění internetového dotazníku.

#### 3.6.1 Úvodní informace o vyučujících

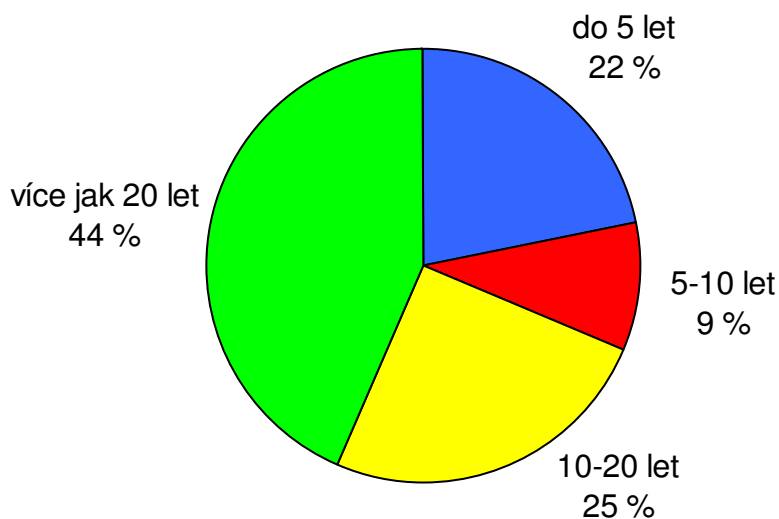
V první podkapitole jsou uvedeny základní informace o respondentech, typ školy, na kterém pedagogové učí a jaká je délka jejich praxe.

Na gymnáziu vyučuje 97 % respondentů, pouze 1 respondent vyučuje na střední odborné škole. Výsledky jsou uvedeny v grafu 5.



Graf 5: Typ školy

Největší část vyučujících měla praxi více jak 20 let (44 %), následována skupinou s praxí 10 – 20 let, která tvořila čtvrtinu respondentů. 22 % vyučujících učí maximálně pět let. Skupinu s praxí 5 – 10 let označilo 9 % respondentů. Výsledky jsou graficky znázorněny v grafu 6.



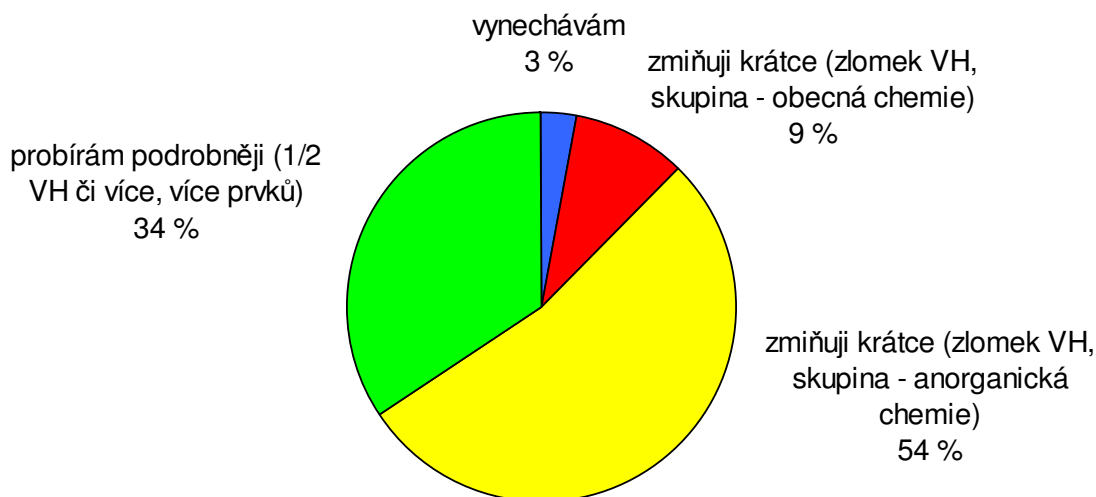
Graf 6: Délka praxe

### 3.6.2 Výuka tématu f-prvky a radioaktivita

V následující kapitole se vyučující vyjadřovali ke dvěma tématům. Konkrétně, kolik času věnují při výuce tématu f-prvky a radioaktivitě.

Jak vyplývá ze zjištěných skutečností, učitelé se při výuce věnují daleko více tématu radioaktivita než f-prvkům. Téma radioaktivita probírají všichni vyučující podrobněji a věnují mu více jak  $\frac{1}{2}$  vyučovací hodiny. Téma radioaktivity však není uvedeno v rámci RVP - chemie. Podle tohoto dokumentu se má problematika radioaktivity vyučovat ve fyzice.

Čas věnovaný f-prvkům při výuce je znázorněn v grafu 7. Většina respondentů zmiňuje téma f-prvků krátce (zlomek vyučovací hodiny, zkratka VH) v rámci anorganické chemie, méně při probírání učiva obecné chemie. Zcela téma vynechávají 3 % vyučujících. Pouze třetina respondentů zvolila možnost, že f-prvkům věnuje více jak  $\frac{1}{2}$  vyučovací hodiny a probírá je podrobněji.



Graf 7: Čas věnovaný tématu f-prvků při výuce

Velmi malá časová dotace věnovaná f-prvkům ze strany učitelů a současná přítomnost tématu f-prvků v RVP si společně s výsledky rešerše učebnic vyžádala vytvoření sady učebních úloh, které by mohly rozvést téma a přiblížit ho studentům.

### 3.6.3 Hodnocení učebních úloh vyučujícími

V následující části se respondenti vyjadřovali k třem vybraným učebním úlohám připravených v rámci diplomové práce. U každé z úloh vyučující hodnotili obtížnost vzhledem ke znalostem a dovednostem žáků na stupnici:

- příliš obtížná
- spíše obtížná
- optimální
- spíše snadná
- příliš snadná.

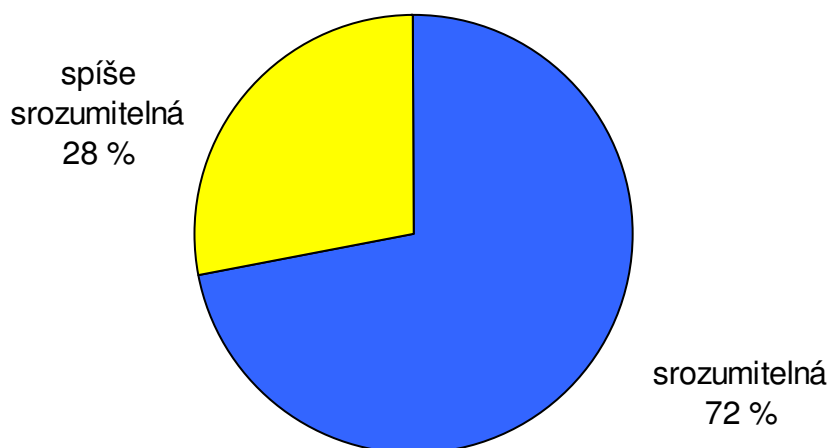
Dále pak bylo hodnoceno, zda je zadání úlohy i následných úkolů srozumitelné:

- srozumitelná
- spíše srozumitelná
- spíše nesrozumitelná
- nesrozumitelná.

Dotazník tvoří přílohu č. 1 diplomové práce.

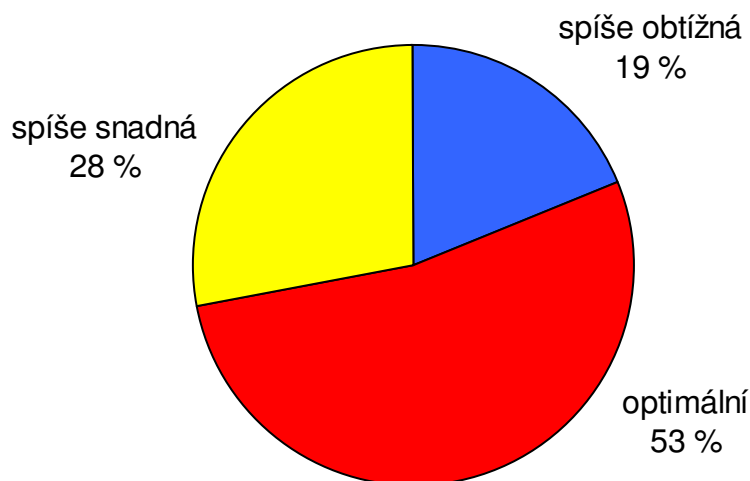
## Úloha 1: Zastoupení lanthanoidů v přírodě

První úloha zabývající se zastoupením lanthanoidů v přírodě byla vybrána z tématu f-prvků jako motivační, je ji také možno použít při úvodu do tématu lanthanoidů v zemské kůře. K řešení úlohy mají žáci k dispozici periodickou tabulku prvků. Zadání úlohy hodnotilo jako srozumitelné 72 % vyučujících, zbývajících 28 % se přiklonilo k možnosti spíše srozumitelné. Graficky jsou výsledky znázorněny v grafu 8.



Graf 8: Srozumitelnost úlohy Zastoupení lanthanoidů v přírodě

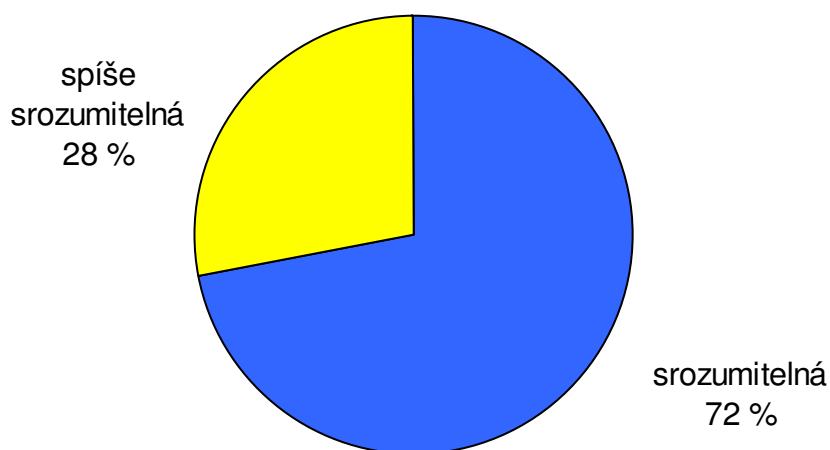
Hodnocení náročnosti úlohy je uvedeno v grafu 9, podle názoru vyučujících je náročnost optimální. K této odpovědi se přiklonilo 53 % respondentů. Jako spíše snadnou úlohu označilo 28 % respondentů a jako spíše obtížnou 19 %. Nikdo nezvolil možnost příliš obtížná či příliš snadná.



Graf 9: Náročnost úlohy Zastoupení lanthanoidů v přírodě

## Úloha 2: Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny

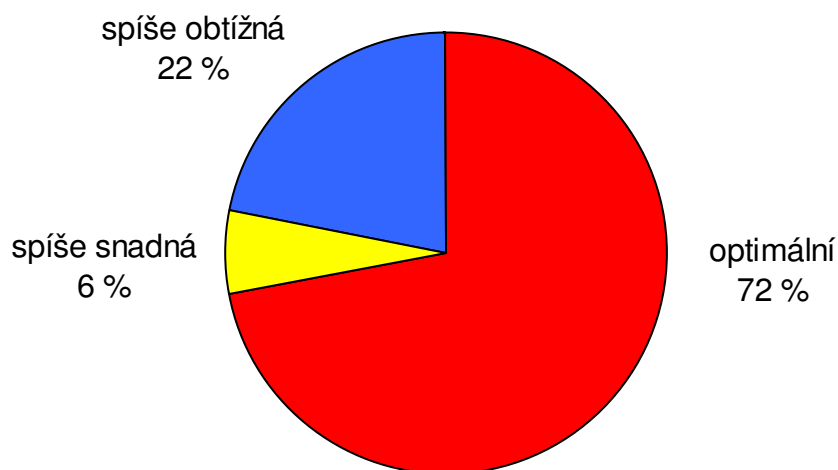
Následující úloha byla vybrána pro ověření znalostí žáků na téma částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny. K řešení úlohy mají žáci k dispozici periodickou tabulku prvků a kalkulačku. Srozumitelnost úlohy byla hodnocena stejně jako u úlohy 1 a je znázorněna v grafu 10.



Graf 10: Srozumitelnost úlohy Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny

Při hodnocení obtížnosti se 72 % vyučujících přiklonilo k možnosti optimální, to je více než u úlohy 1. Počet odpovědí spíše obtížná zůstal přibližně stejný, vzrostl o 3 %

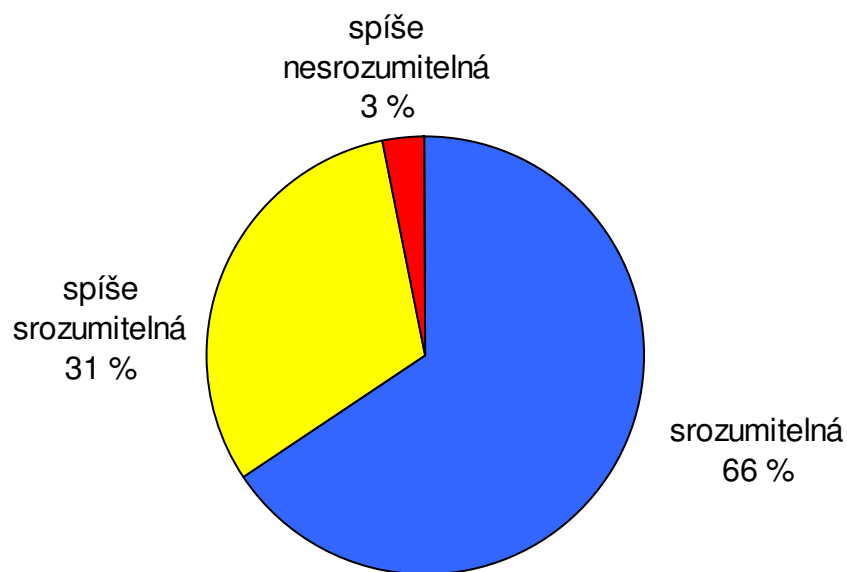
na 22 %. Pouze 6 % vyučujících se přiklonilo k možnosti spíše snadná. Všechny odpovědi jsou zaznamenány v grafu 11.



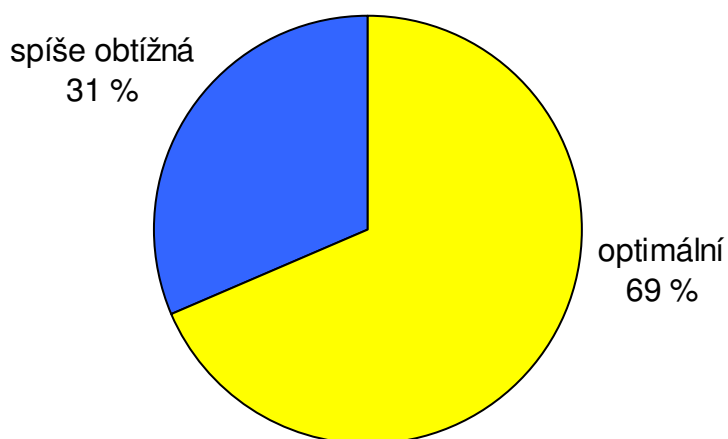
Graf 11: Náročnost úlohy Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny

### Úloha 3: Rozpad radioaktivního izotopu $^{131}\text{I}$

Třetí úloha byla vybrána pro ověření dovednosti žáků aplikovat poznatky o radioaktivním rozpadu a graficky závislost znázornit. K řešení úlohy mají žáci k dispozici kalkulačku. Úlohu hodnotily 2/3 respondentů jako srozumitelnou, jako spíše srozumitelnou 31 % a jako spíše nesrozumitelnou pouze 3 % vyučujících. Podobně jako v předchozích případech většina respondentů označila náročnost jako optimální, zbývajících 31 % pak jako spíše obtížnou. Graficky jsou odpovědi znázorněny v grafu 12 a v grafu 13.



Graf 12: Srozumitelnost úlohy Rozpad radioaktivního izotopu  $^{131}\text{I}$

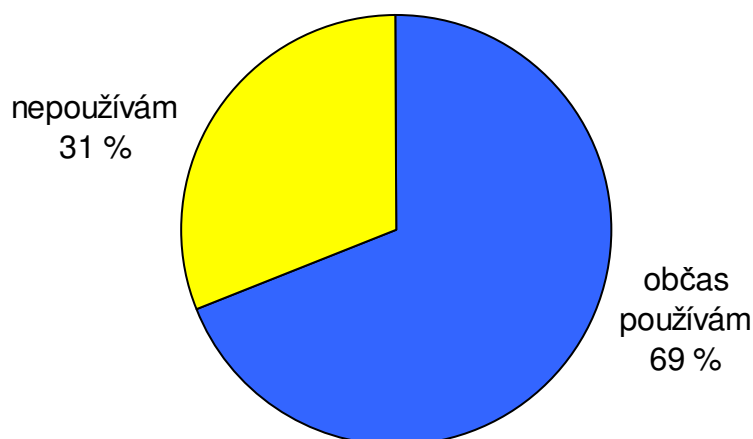


Graf 13: Náročnost úlohy Rozpad radioaktivního izotopu  $^{131}\text{I}$

### 3.6.4 Dostupnost stávajících a použitelnost nových úloh

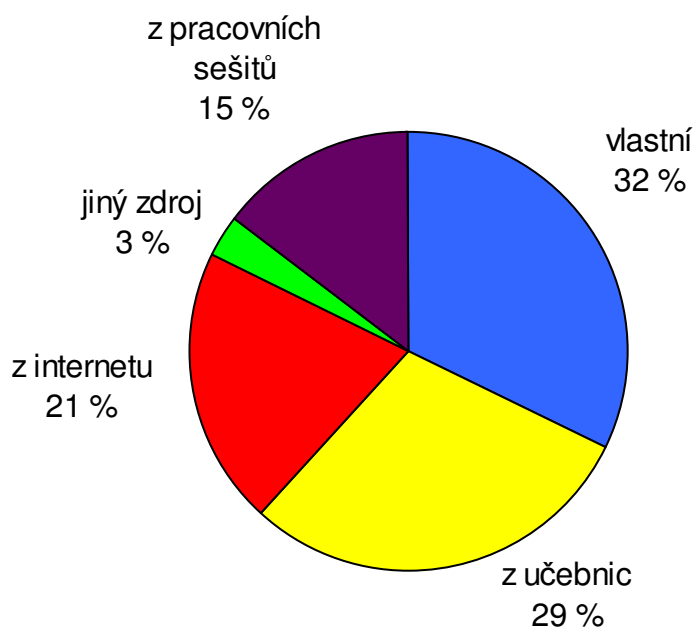
Dále se vyučující vyjádřili k otázce, zda používají podobný typ úloh při svých hodinách. Výsledky jejich odpovědí jsou znázorněny v grafu 11. 69 % respondentů řeklo, že občas používá, zbývajících 31 % se přiklonilo k odpovědi nepoužívám.





*Graf 14: Využití podobných učebních úloh při výuce chemie*

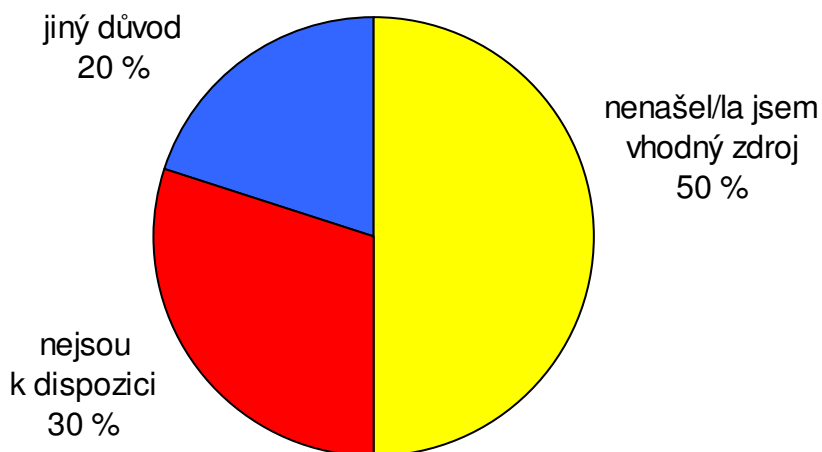
Pokud učitelé uvedli, že učební úlohy používají, poté jako zdroj nejčastěji uváděli, že používají vlastní úlohy (32 %) či z učebnic (29 %). Úlohy na internetu si našlo 21 % dotázaných a v pracovních sešitech 15 %. Jako jiný zdroj byly uvedeny úlohy převzaté. Výsledky jsou zobrazeny v Grafu 15.



*Graf 15: Zdroje učebních úloh pro studované téma*

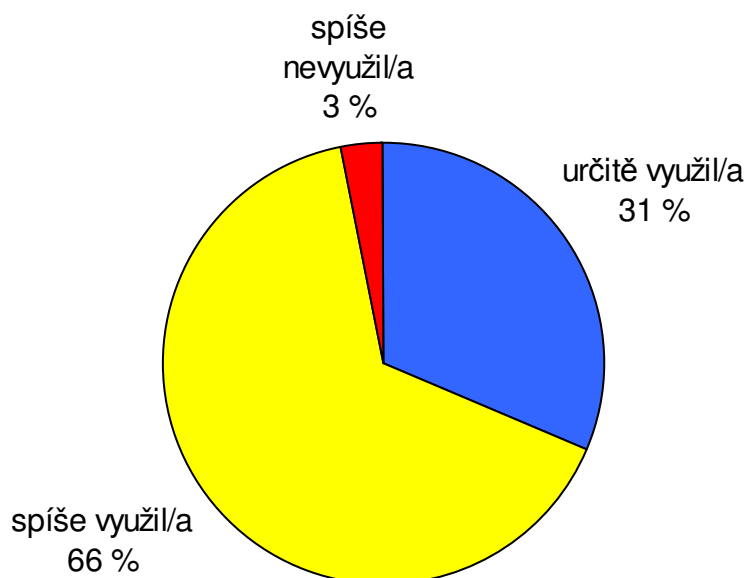
Pokud respondenti naopak uvedli, že učební úlohy nepoužívají, poté jako nejčastější důvod uvedli absenci vhodných zdrojů (80 %). Při odpovědi jiný důvod uvedli,

že téma patří spíše do fyziky a látka je probírána v chemii jen informativně. Další odpověď byla, že pracovní listy v papírové podobě jsou neefektivní. Výsledky odpovědí jsou zpracovány v Grafu 16.



*Graf 16: Důvody, kvůli kterým nevyužívám učební úlohy u studovaného tématu*

Posledním dotazem bylo, zda by vyučující prezentované úlohy při výuce využili. Výsledky jsou zpracovány v grafu 17. Většina respondentů, 66 % uvedla, že by úlohy spíše využila, 31 % by úlohu určitě využilo a pouze 3 % spíše nevyužila.



*Graf 17: Využití učebních úloh v praxi*

Učitelé měli dále možnost se vyjádřit k úlohám, komentovat je či navrhnout další úpravy či zpřesnění zadání. Zde jsou uvedeny jejich komentáře v pořadí, jak respondenti odesílali odpovědi:

*- Často se objevuje připomínka, že vzácné plyny v podstatě nejsou vzácné. Přiznávám se, že toto označení také používám, ale snažím se jej, co to jde, nahradit termínem "inertní plyny".*

Komentář byl akceptován a pojem vzácné plyny byl v úloze změněn na inertní plyny. Další možné názvy jsou netečné plyny či ušlechtilé plyny. Je pravda, že argonu je ve vzduchu přibližně 0,9 %, což z něj dělá po dusíku a kyslíku 3. nejrozšířenější plyn v zemské atmosféře. I v zahraniční terminologii se pro 18. skupinu používají termíny *noble gases*, *Edelgase* či *благородные газы*.

*- U první úlohy je tabulka snadná, ale text trochu zmatený.*

Zmíněnou úlohu hodnotilo jako srozumitelnou 72 % respondentů, zbytek jako spíše srozumitelnou.

*- Zpracování úloh je srozumitelné a zadání úloh je v souladu se znalostmi studentů střední školy. Prvkům f není věnována taková pozornost a tento materiál je / bude/ určitě přínosem.*

*- Je třeba takovýchto úloh, kde žáci musí ke zdárnému vyřešení správně porozumět textu.*

Toto byl i jeden z didaktických záměrů při vytváření učebních úloh – aby žáci při jejich řešení rozvíjeli dílčí kompetence, nejenom opakovali naučená data.

*- Uvedené úkoly 2 a 3 je možné použít pouze v seminářích, kde studenti mají problematiku zájem. Úlohu 1 lze využít i v základních hodinách chemie.*

*- V základních hodinách výuky není příliš času na řešení podobných úloh. Výuka chemie na našem vyšším gymnáziu byla v ŠVP snížena na 3 roky z původních 4 let!*

Výše zmíněná časová náročnost již byla zmíněná v rámci rozboru účasti na 2. Veletrhu nápadů učitelů chemie v Táboře.

- Pěkně zpracováno.

- Úlohy se mi líbí!

- Děkuji za akcentaci tématu jaderné chemie ve středoškolském učivu.

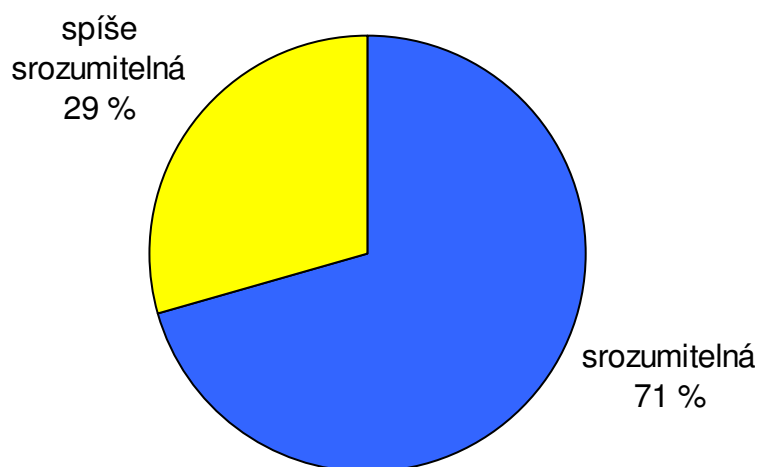
Za pozitivní ohlasy k úlohám i za nápady na vylepšení úloh autor diplomové práce děkuje.

### 3.7 Testování učebních úloh se studenty

Stejně tři učební úlohy, ke kterým se vyjadřovali vyučující středních škol, dostali v rámci probíraného tématu k vyplnění a ohodnocení studenti 5. ročníku (kvinty) osmiletého gymnázia. Ve třídě v době testování bylo 17 studentů (Úloha 1), 21 studentů (Úloha 2) a 19 studentů (Úloha 3). Tématu radioaktivita a f-prvky byly věnovány 3 vyučovací hodiny, téma stavba atomu bylo učeno už dříve. Vždy po vyplnění a ohodnocení tématu žáci učební úlohu odevzdali a byla vyhodnocena i správnost vyřešení. Ze šetření u studentů tedy následující data: průměrnou procentuální správnost, hodnocení srozumitelnosti zadání a hodnocení náročnosti úlohy.

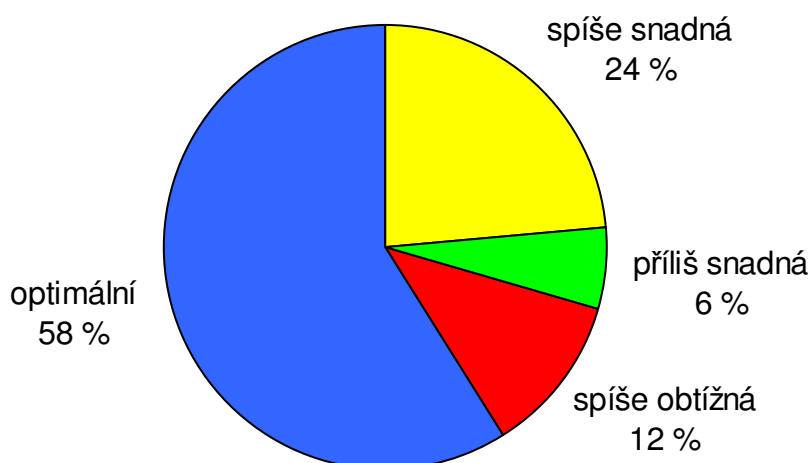
#### Úloha 1: Zastoupení lanthanoidů v přírodě

Úkolu 1 byl vyřešen ve 100 % případů zcela správně, v úkolu 2 byl pak průměrný dosažený zisk 85 % (průměrně 1 chyba na zadání). Výsledky jsou znázorněny v grafu 18.



Graf 18: Srozumitelnost úlohy Zastoupení lanthanoidů v přírodě

Stejně jako učitelé, i studenti hodnotili náročnost jednotlivých úloh. Jak je uvedeno v grafu 19, v případě úlohy Zastoupení lanthanoidů v přírodě náročnost jako optimální hodnotilo 58 % studentů, jako spíše snadnou 24 % a 6 % jako příliš snadnou. Naopak 12 % studentů se úloha zdála příliš obtížná.

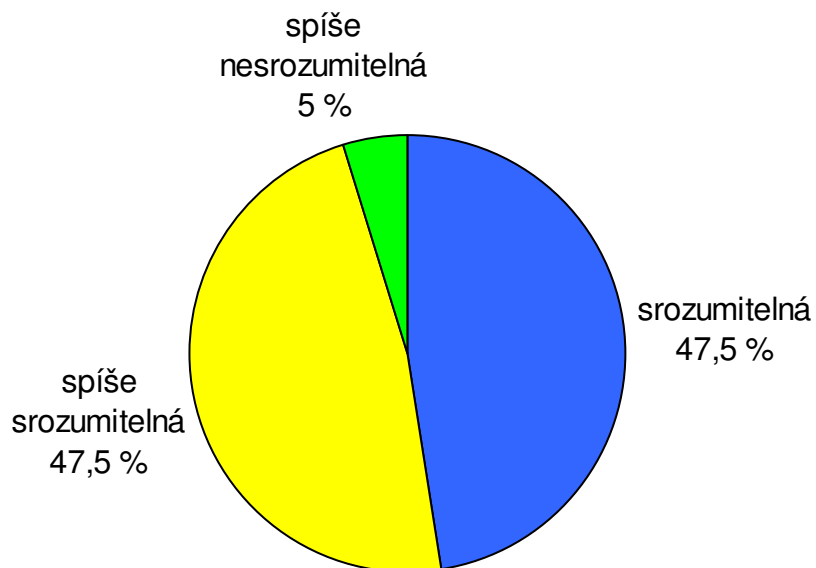


*Graf 19: Náročnost úlohy Zastoupení lanthanoidů v přírodě*

## **Úloha 2: Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny**

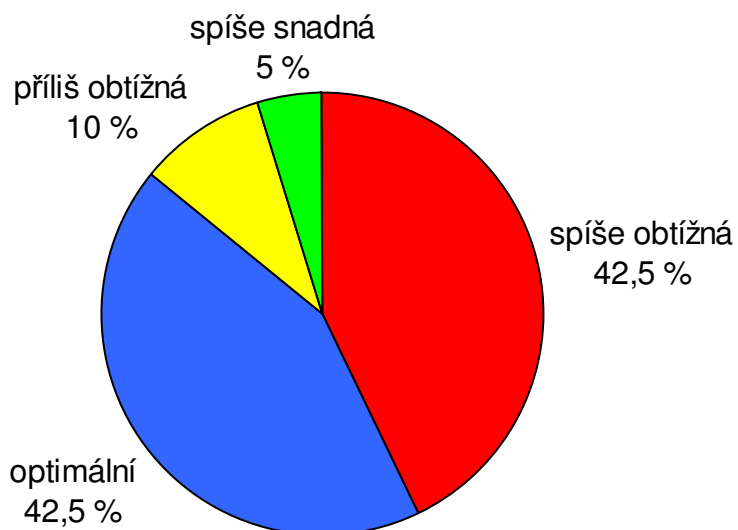
Průměrná správnost vyřešení úlohy 1 činila u přiřazovacího 100 %, ve druhém úkolu 75 %.

Studenti hodnotili úlohu nejčastěji jako srozumitelnou nebo spíše srozumitelnou (v každém případě 47,5 %). Pouze 5 % studentů hodnotilo úlohu jako spíše nesrozumitelnou. Výsledky jsou zobrazeny na grafu 20.



Graf 20: Srozumitelnost úlohy Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny

Hodnocení náročnosti úlohy Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny je uvedeno v grafu 21. Při hodnocení náročnosti úlohy volili žáci v 42,5 % odpověď optimální nebo spíše obtížná. Jako příliš obtížnou hodnotilo úlohu 10 % studentů a 5% hodnotilo úlohu jako spíše snadnou.



Graf 21: Náročnost úlohy Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny

Na základě výše uvedeným problémům, které měli studenti při řešení úlohy, došlo k drobnému přeformulování Úkolu 2 do následující podoby:

**Úkol 2:** Při plnění následujících úkolů vycházejte z rovnic uvedených v Úkolu 1.

5. Který prvek má v jádře nejvíce neutronů?
6. Vyberte prvky patřící mezi inertní plyny (VIII.A skupinu)?
7. Jaký plyn je považován za zdravotně nebezpečný?
8. Jakou nemoc může tento plyn z otázky 7 způsobovat?
9. Jak se nazývá skupina, do které patří baryum a radium?
10. Která z uvedených částic je nejlehčí?

**Správné odpovědi:**

*Úkol 2: 5. uran (143)*

*6. krypton, radon, helium*

*7. radon*

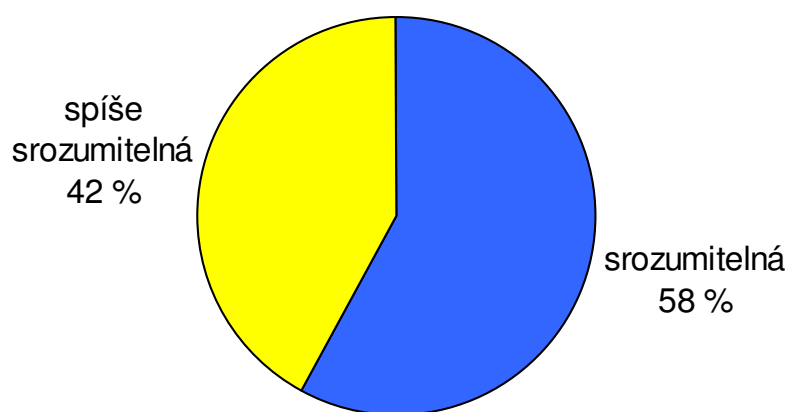
*8. jeho dlouhodobá inhalace může způsobit rakovinu plic*

*9. kovy alkalických zemin, II.A skupina, s-kovy*

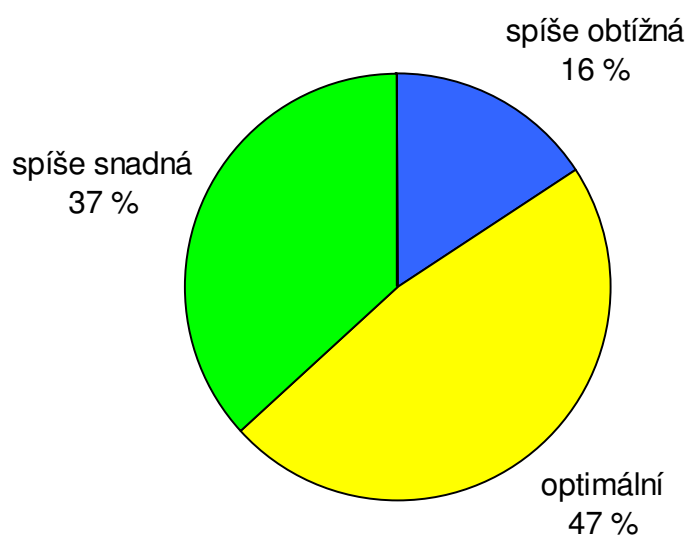
*10. elektron či pozitron*

### **Úloha 3: Rozpad radioaktivního izotopu $^{131}\text{I}$**

Průměrná správnost vyřešení dané úlohy u úkolu 1 i úkolu 2 činila 89,5 %. Většina studentů, konkrétně 58 %, úlohu hodnotilo jako srozumitelnou, zbývající studenti zvolili možnost spíše srozumitelná. Jako optimální hodnotilo úlohu 47 %, jako spíše snadnou 37 % a jako spíše obtížnou 16 % studentů. Uvedená data jsou graficky znázorněna v grafu 22 a v grafu 23.



Graf 22: Srozumitelnost úlohy Rozpad radioaktivního izotopu  $^{131}\text{I}$



Graf 23: Náročnost úlohy Rozpad radioaktivního izotopu  $^{131}\text{I}$



## 4 Diskuse

Na základě provedené literární rešerše nepoužívanějších středoškolských učebnic bylo zjištěno, že téma stavby atomu je uvedeno na přijatelné úrovni. U tématu radioaktivity už chyběly některé základní poznatky důležité pro pochopení podstaty procesu radioaktivní přeměny, stejně tak jako její využití a aplikace. Nejhuře dopadlo zpracování chemie f-prvků. Toto učivo bylo v učebnicích uvedeno spíše výjimečně, ačkoliv je téma v chemii uvedeno jako povinné v Rámcově vzdělávacích programech pro gymnázia [9], ze kterých se při sestavování práce vycházelo. Závěrem z literární rešerše bylo zjištění, že učebnice používané v současnosti nepokrývají plný rozsah požadavků na obsah učiva v RVP.

Na základě zjištění byly pro témata stavba jádra, radioaktivita a f-prvky vytvořeny učební texty, materiály a učební úlohy s tématy, která nejsou v současných učebnicích plně pokryta. Hlavní náplní praktické části i přínosem diplomové práce bylo vytvoření nových učebních materiálů a úloh, které vyučující mohou využít při hodinách chemie, a rozvíjet pomocí nich znalosti a dovednosti žáků včetně vybraných klíčových kompetencí:

- *kompetence k učení*: Při tvorbě učebních textů byl kladen důraz na čtení s porozuměním, na jehož základě by měli být žáci schopni vyřešit danou úlohu. Pokud je to možné, žáci by měli aktivovat (vybavit si) dřívější znalosti vztahující se k tématu.

- *kompetence k řešení problémů*: Žák by měl rozpoznávat problémy a objasňovat jejich podstatu, případně navrhnout vhodné řešení daného problému.

- *kompetence občanská*: Žák si osvojí návyky ochrany zdraví svého i spoluobčanů a principy ekologického chování, včetně vztahu vědy a průmyslu k životnímu prostředí.

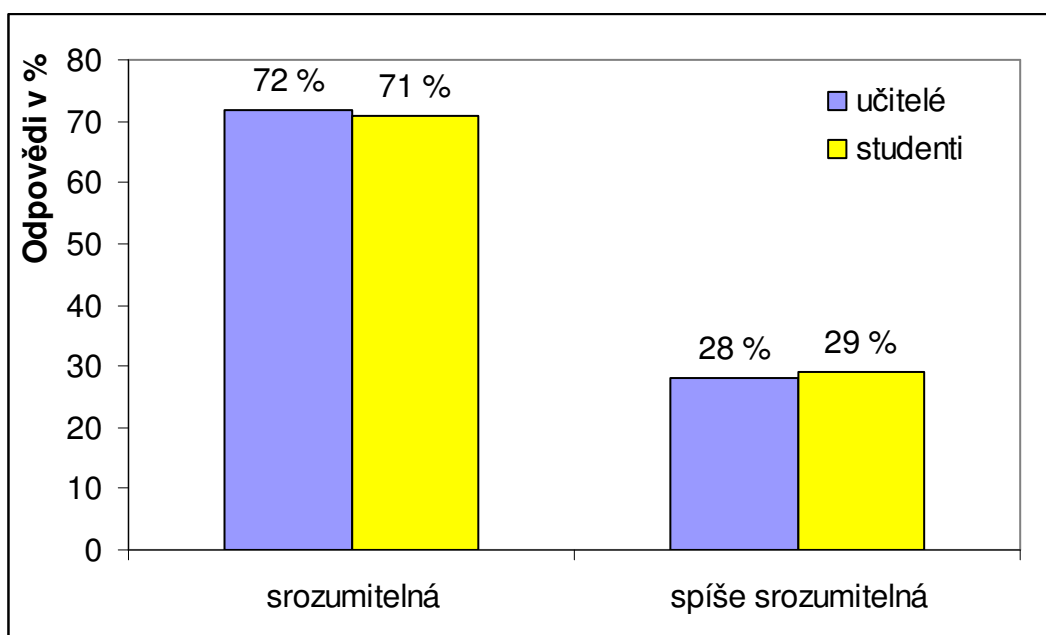
Témata jsou rozčleněna do dvou hlavních kapitol, vzájemně se prolínají a navazují na sebe. Jedním z důvodů členění je i předpokládané využití učebního textu v rámci učiva obecné chemie (stavba atomu a radioaktivita, většinou zařazené v prvním ročníku čtyřletých gymnázií a odpovídajících ročnících víceletých gymnázií - v závislosti na ŠVP jednotlivých škol) a chemie anorganické (f-prvky a jejich využití, jaderná energetika, obvykle zařazené ve druhém ročníku čtyřletého gymnázia a odpovídajících ročnících víceletých gymnázií).

Jedním z hodnocených kritérií při rešerši učebnic byl obsah učiva s ohledem na znalosti žáků: *Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni a chápání žáků?* Tento fakt lze demonstrovat na úloze č. 4 – Jak je definován poločas přeměny? Definujte slovně i vzorcem, u vzorce popište jednotlivé symboly. Ve vzorci pro poločas přeměny se vyskytuje exponenciální závislost (funkce), kterou žáci v prvním ročníku, kdy bývá učivo probíráno, ještě neznají. K tomuto faktu je třeba při probírání učiva přihlídnout a vhodně žáky s učivem seznámit.

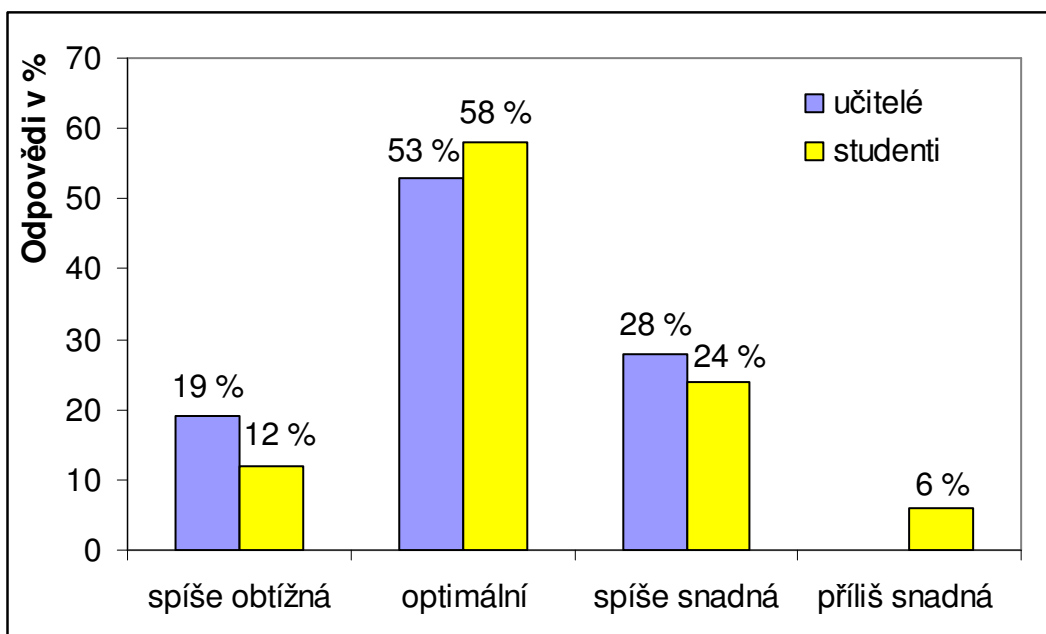
Velkým nepřítelem při zpracování úloh byla skutečnost, že učivo chemie je velmi obsáhlé a je těžké do výuky zařadit nové učivo. Tento fakt byl potvrzen jednak v rámci diskuse s učiteli na 2. Veletrhu nápadů učitelů chemie, jednak v dotazníkovém šetření, kde se učitelé vyjadřovali k časovým možnostem, resp. kolik času při výuce tématu radioaktivity a chemii f-prvků věnují. Tento problém by mohl být vyřešen zkrácením času věnovanému jiným tématům. Druhou možností je revize obsahu učiva, při kterém by se možná dala některá témata zredukovat na úkor doplnění nových či rozšíření stávajících nevyhovujících témat. Posledním návrhem je přesunutí vybraných témat do volitelných seminářů.

Tři z připravených učebních úloh byly ohodnoceny vyučujícími v rámci již zmíněného dotazníkové průzkumu, a také vyřešeny a zhodnoceny studenty gymnázia. Byly vybrány tyto tři vzorové úlohy, protože pokrývají všechna tři témata, kterými se diplomová práce zabývá, tj. stavba jádra (úloha *Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny*), radioaktivita (úloha *Rozpad radioaktivního izotopu  $^{131}\text{I}$* ) a f-prvky (úloha *Zastoupení lanthanoidů v přírodě*). Učitelé i studenti hodnotili u úloh jejich srozumitelnost a obtížnost. Z dotazníkového šetření vyplynulo, že učitelé i studenti shodně nejčastěji hodnotili úlohy jako srozumitelné a jejich náročnost jako optimální. Výsledky z dotazníkového šetření i výsledky od studentů posloužily k úpravě úloh do konečné podoby.

Srovnání hodnocení srozumitelnosti úlohy *Zastoupení lanthanoidů v přírodě* vyučujícími a žáky je uvedeno v grafu 24. Jak lze z uvedených dat vyčíst, hodnocením žáků i učitelů je totožné. Podobné trendy v hodnocení obou skupin má i náročnost dané úlohy, učitelé hodnotili úlohu mírně náročnější než studenti. Výsledky jsou uvedeny v grafu 25.



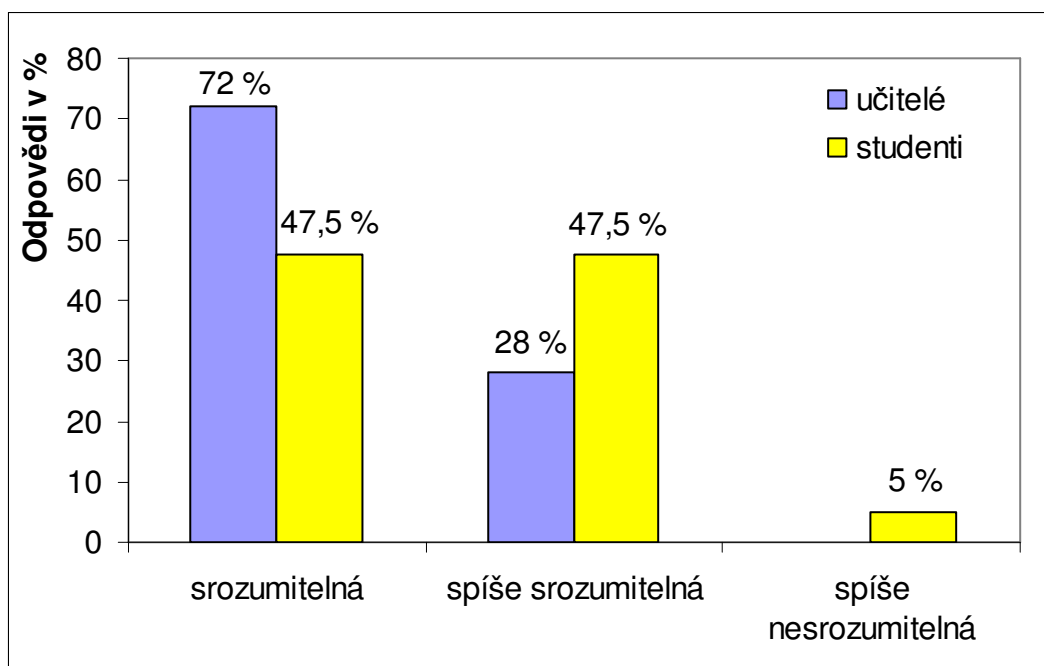
Graf 24: Srovnání hodnocení srozumitelnosti úlohy Zastoupení lanthanoidů v přírodě



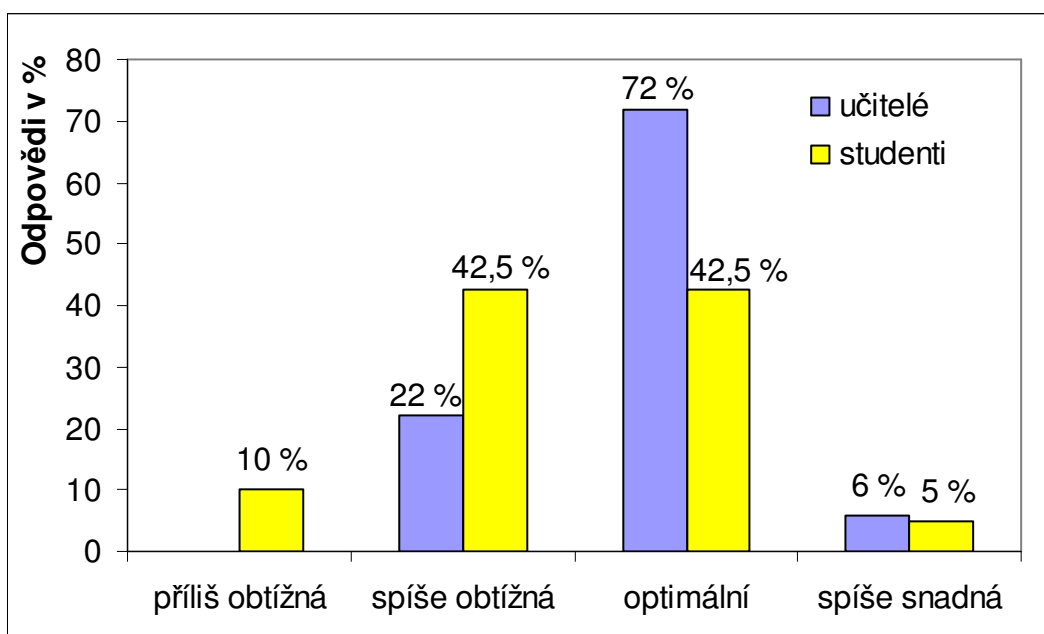
Graf 25: Srovnání hodnocení náročnosti úlohy Zastoupení lanthanoidů v přírodě

Srovnání hodnocení úlohy Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny je uvedeno v grafech 26 a 27. Při srovnání s úlohou Zastoupení lanthanoidů v přírodě hodnotili tuto úlohu jako obtížnější studenti. Větší část vyučujících hodnotilo úlohu jako srozumitelnou, u studentů se stejné části přiklonily k možnosti srozumitelná a spíše srozumitelná. Jako jedno z možných vysvětlení může být fakt, že studentům úloha

připadala méně srozumitelná ve srovnání s vyučujícími, a proto byla hodnocena jako spíše obtížná či příliš obtížná (celkem 52,5 %).

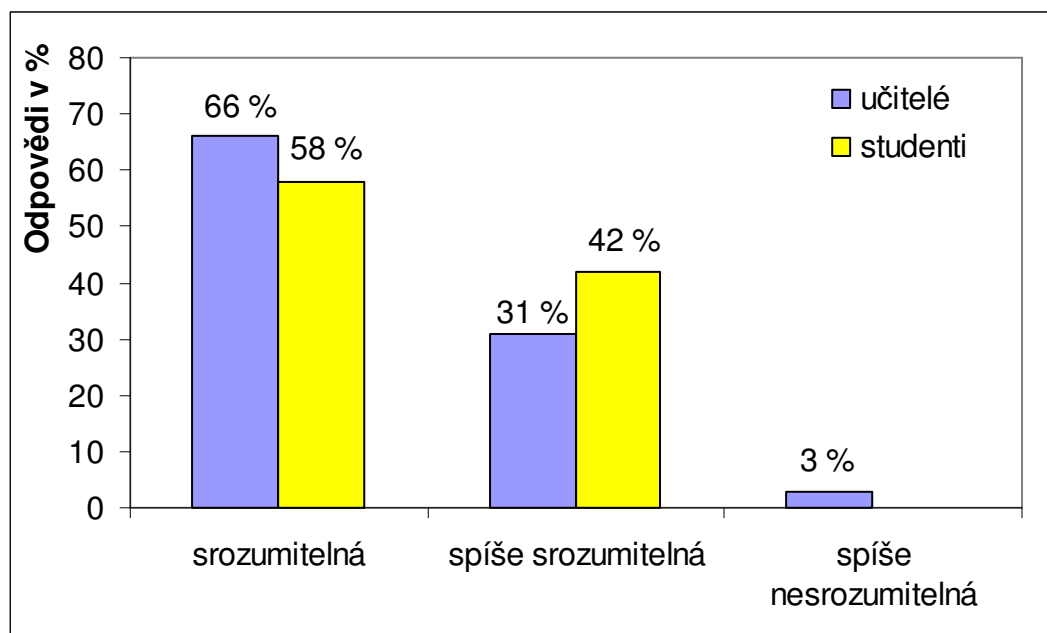


Graf 26: Srovnání hodnocení srozumitelnosti úlohy Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny

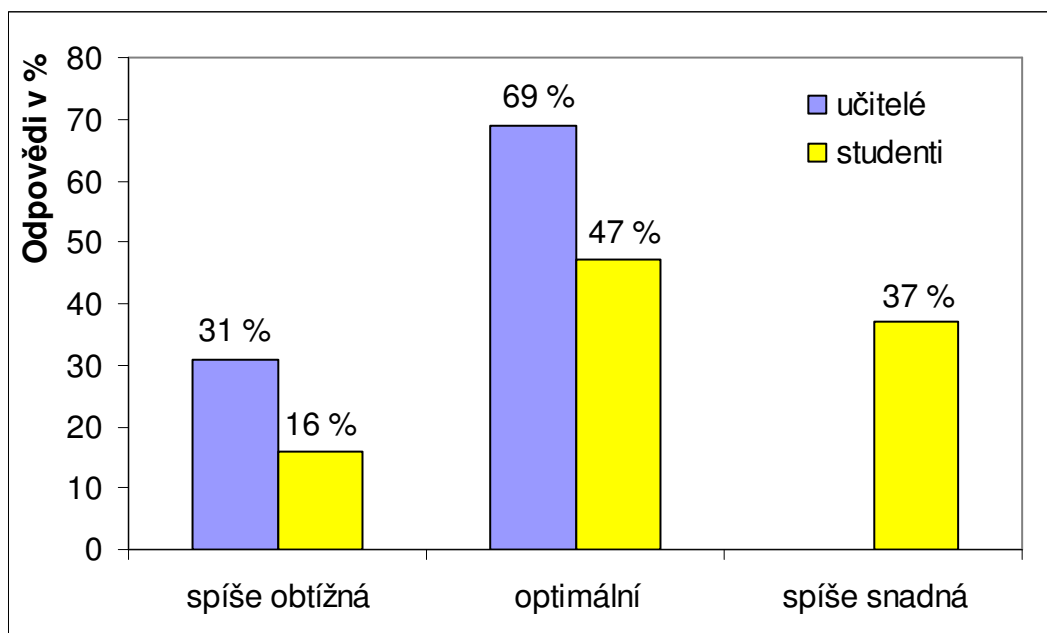


Graf 27: Srovnání hodnocení náročnosti úlohy Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny

Srovnání hodnocení poslední úlohy Rozpad radioaktivního izotopu  $^{131}\text{I}$  je podobný hodnocení první úlohy. Jak je vidět v grafu 28, pro většinu žáků i učitelů byla úloha srozumitelná. Vyučující považovali úlohu za obtížnější ve srovnání s názory studentů, jak je vidět v grafu 29.



Graf 28: Srovnání hodnocení srozumitelnosti úlohy Rozpad radioaktivního izotopu  $^{131}\text{I}$



Graf 29: Srovnání hodnocení náročnosti úlohy Rozpad radioaktivního izotopu  $^{131}\text{I}$

V dotazníkovém šetření se pedagogové vyjadřovali i k otázkám, kolik času věnují výuce tématu radioaktivita a f-prvky. Zajímavé je, že ačkoli podle RVP je radioaktivita součástí učiva fyziky, probírají ji všichni učitelé v časové dotaci  $\frac{1}{2}$  vyučovací hodiny a více. *Naopak téma f-prvky, které je v chemii povinné,  $\frac{2}{3}$  vyučujících probírá méně než  $\frac{1}{2}$  vyučovací hodiny či neprobírá vůbec.*

V následujícím odstavci budou rozebrány odpovědi a hodnocení úlohy 2: Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny. Průměrná správnost vyřešení u úkolu 1 činila (přiřazovací odpovědi) 100 %, ve druhém úkolu 75 %. Nižší úspěšnost v úkolu byla způsobena stylem bodování, tj. že pokud se otázka 5 - 9 skládala ze dvou podotázek a byla zodpovězena pouze z poloviny správně, popřípadě nějaký údaj chyběl, byla daná otázka bodována nulovým ziskem. Otevřené odpovědi v úkolu 2 dělaly studentům problémy. Ačkoliv 95 % studentů označilo zadání a úkoly za srozumitelné či spíše srozumitelné. Otázka 5 studentům problémy nedělala. V otázce 6 se často objevovaly chybné prvky či byly vypsány všechny prvky 18. skupiny, popřípadě jako odpověď byly uvedeny vzácné plyny. V otázce 7 žáci často zapomínali zodpovědět druhou část, že radon může způsobovat rakovinu. Mezi odpověďmi na otázku 8 se vyskytovalo poměrně často „II.A skupina“ či „s-kovy“. Velmi zajímavé bylo u otázky 9, že 86 % studentů uvedlo elektron a pouze 14 % studentů odpovědělo elektron a pozitron. Možnost odpovědi pozitron ne zvolil nikdo, ačkoliv v rámci výuky jim bylo vysvětleno, jaký je rozdíl a co naopak společného mají elektron a pozitron. Tento fakt by mohl být spojen s tím, že žáci nevyhledávají informace v textu komplexně, ale spokojí se s první odpovědí, co najdou.

U úloh jsou vždy uvedeny správně odpovědi. Vlastní hodnocení či klasifikace je ponecháno na vyučujícím a jeho stylu, výše uvedený komentář může sloužit jako příklad hodnocení úloh.

Ačkoliv experiment hraje velkou roli nejenom v chemii, ale i ve fyzice [43], pro téma zpracovávané v rámci diplomové práce se jedná pouze o teoretické učební úlohy a úkoly. Chemický experiment dokáže zpestřit výuku a zvýšit motivaci žáka o učební předmět, ať už reálný, či aspoň prostřednictvím videozáznamu [44]. V případě zájmu o demonstrace týkající se tématu stavba jádra, radioaktivita a jaderná energetika je možné doporučit publikaci Domácí pokusy z jaderné fyziky [45].

## 5 Závěr

Cílem diplomové práce nazvané *Výuka jaderné chemie a chemie f-prvků na středních školách* bylo vytvoření učebních materiálů pro vyučující středních škol, které by doplnily učivo a připravily do výuky i témata nová či zpracovaná z nových pohledů a dále témata v současné době aktuální a spojená s praktickým využitím chemie v každodenním životě. Dalším cílem bylo zjištění úrovně a potenciálu využití úloh ve výuce.

Práce se zabývala tématy stavba jádra, radioaktivita a f-prvky. Z praktických aplikací je třeba znovu zdůraznit úlohu aplikace radioaktivního záření, využití lanthanoidů jako příměsí v materiálech či aktinoidů v jaderné energetice.

V rámci diplomové práce bylo provedeno hodnocení a rešerše nejpoužívanějších středoškolských učebnic a jejich obsah byl porovnán s kurikulárním dokumentem – RVP a s Katalogem požadavků zkoušek společné části maturitních zkoušek. Závěr rešerše byl takový, že mnohé učebnice vůbec neodpovídají požadavkům uvedeným v RVP (obzvláště co se týče učiva f-prvků). Z toho důvodu se tvorba nových materiálů nejvíce zaměřila na zpracování témat o aplikaci radioaktivního záření a již zmíněné f-prvky.

Následně byly připraveny učební texty a výukové materiály včetně učebních úloh pokrývajících témata diplomové práce. Na učební texty navazují úlohy nebo jsou učební texty s úlohami přímo spojeny. Bylo vytvořeno více než 20 různých učebních úloh. Témata stavba jádra a radioaktivita by měly být vyučovány v rámci obecné chemie, f-prvky v rámci anorganické chemie. Jako další výukový materiál byla vytvořena prezentace s fotkami a byl udělán rozhovor o sledování kontaminace po havárii v japonské elektrárně Fukušima.

Učební úlohy byly sestaveny tak, aby u žáků rozvíjely schopnost přemýšlet nad zadaným problémem a důkladně porozumět používaným pojmům. Dále byla pozornost při tvorbě úloh věnována využití matematických znalostí (mezioborové vztahy) při řešení chemických problémů. V neposlední řadě jsou úlohy koncipovány tak, aby rozvíjely myšlení žáků a dávaly do kontextu doposud známé a nové poznatky a pojmy.

Tři z připravených učebních úloh byly ohodnoceny vyučujícími v dotazníkovém průzkumu a také vyřešeny a zhodnoceny studenty gymnázia. Učitelé i studenti hodnotili u úloh jejich srozumitelnost a obtížnost. Z dotazníkového šetření vyplynulo, že učitelé i studenti shodně nejčastěji hodnotili úlohy jako srozumitelné a jejich náročnost jako optimální. Výsledky z dotazníkového šetření i výsledky od studentů posloužily k úpravě úloh do konečné podoby.

Po obhájení diplomové práce je plánováno zveřejnění učebních textů na portále Přírodovědecké fakulty UK na podporu výuky chemie na ZŠ a SŠ - [www.studiumchemie.cz](http://www.studiumchemie.cz) – v sekci výukové materiály a dále budou rozeslány vyučujícím, kteří se podíleli na dotazníkovém šetření při zpracování diplomové práce.



## 6 Použité zdroje

- [1] LUKÁČ, P., POLJAKOV, N.: *ČEZ zrušil soutěž na dostavbu jaderné elektrárny Temelín*. V HN Hospodářské noviny: Deník pro ekonomiku a politiku. Praha: Economia, a.s, 2014, č. 072, 11.-13. dubna 2014. ISSN 0862-9587.
- [2] TheGuardian: *Environment. Fukushima*. [online]. [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://www.theguardian.com/environment/fukushima>.
- [3] MÚČKA, V.: *Aplikace radiačních metod*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003c1992. ISBN 80-010-2777-5.
- [4] SIKOROVÁ, Z.: *Návrh seznamu hodnotících kritérií pro učebnice základních a středních škol, který je publikovaný v Hodnocení učebnic*. Editor Josef Maňák, Petr Knecht. Brno: Paido - edice pedagogické literatury, 2007, 141 s. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-807-3151-485.
- [5] MAJER, V. a kol.: *Základy jaderné chemie*. Druhé, přepracované vydání. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1981. ISBN 04-618-81.
- [6] VACÍK, J. a kol.: *Přehled středoškolské chemie*. 1. vyd. Praha: SPN, 1995, 255 s., ISBN 80-859-3708-5.
- [7] ULLMANN, V.: *Astronuklfyzika: Oborové členění fyziky*. [online]. [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika0.htm#OboryFyziky>
- [8] COTTON, S.: *Lanthanide and actinide chemistry*. 1. vyd. Chichester: John Wiley, 2006, 166 s. ISBN 04-700-1006-1.

- [9] *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G.* Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007, 100 s. ISBN 978-808-7000-113.
- [10] MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY. *Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky - chemie.* 2008, 22 s. Dostupné z: [www.cermat.cz](http://www.cermat.cz).
- [11] MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY. *Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky - fyzika.* 2008, 20 s. Dostupné z: [www.cermat.cz](http://www.cermat.cz).
- [12] KLEČKA, M.: *Teorie a praxe tvorby učebnic chemie pro střední školy.* 2011, 2011. Disertační práce. Přírodovědecká fakulta UK v Praze.
- [13] MAREČEK, A., HONZA, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 1.* Vyd. 1. Brno: vl. nákl., 1995. ISBN 80-900066-6-31.
- [14] MAREČEK, A., HONZA J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 2.* Vyd. 1. Brno: vl. nákl., 1996. ISBN 80-902-2004-5.
- [15] VACÍK, J. a kol.: *Chemie pro I. ročník gymnázií.* Praha, SPN, 1984. ISBN 14-378-84.
- [16] DUŠEK, B., FLEMR, V.: *Chemie pro gymnázia I. (Obecná a anorganická),* SPN 2007, ISBN:80-7235-369-1.
- [17] BANÝR, J. a kol.: *Chemie pro střední školy: obecná, anorganická, organická, analytická, biochemie.* 2. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 1996, 160 s. ISBN 80-859-3746-8.
- [18] MAŇÁK J., KNECHT, P.: *Hodnocení učebnic.* Brno: Paido - edice pedagogické literatury, 2007, 141 s. Pedagogický výzkum v teorii a praxi, sv. 7. ISBN 978-807-3151-485.

- [19] KIRCHHOFF, M.: Finding joy in chemistry *Chem. Eng. News*. 2010, vol. 88, issue 9, s. 46-47.
- [20] WARD, R., BODNER, G.: *How lecture can undermine the motivation of our students*. Journal of Chemical Education. 1993, vol. 70, issue 3, s. 198-199.
- [21] ČTRNÁCTOVÁ, H.: *Učební úlohy v chemii*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2009, 87 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 978-802-4616-667.
- [22] National Geographic Česko. [online]. [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.national-geographic.cz/detail-special/special-mise-curiosity-na-marsu-26670/>.
- [23] ŠTOLL, I.: *Fyzika pro gymnázia*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2010. ISBN 978-807-1963-868.
- [24] Chemické vzdělávání. [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://chemicke-vzdelavani.webnode.cz/veletrh-napadu-ucitelu-chemie/a2-veletrh-napadu/>].
- [25] MUSÍLEK, L.: *Využití ionizujícího záření ve výzkumu*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1992. ISBN 80-010-0766-9.
- [26] JEŘÁBEK, O., BÍLEK, M.: *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010, 91 s. ISBN 978-80-244-2494-1.
- [27] CHRÁSTKA, M., BÍLEK, M.: *Didaktické testy*. Vyd. 1. Brno: Paido, 1999, 91 s. ISBN 80-859-3168-0.
- [28] SCHINDLER, R.: *Rukověť autora testových úloh*. Vyd. 1. Praha: centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání, 2006, 86 s. ISBN 80-239-7111-5.

- [29] MOKREJŠOVÁ, O.: *Moderní výuka chemie*. Vyd. 1. V Praze: Triton, 2009, 165 s. ISBN 978-80-7387-234-2.
- [30] Dostupné z: [http://1.bp.blogspot.com/-HqimH7AHklc/T-oOh5kjs6I/AAAAAAAAAQf4/b0rN-YSR6Jw/s1600/jahody\\_orig.jpg](http://1.bp.blogspot.com/-HqimH7AHklc/T-oOh5kjs6I/AAAAAAAAAQf4/b0rN-YSR6Jw/s1600/jahody_orig.jpg) [cit. 2014-03-21].
- [31] PRÁŠIL, Z.: *Užitečné záření*. 2. přeprac. vyd. Praha: ČEZ, 1992, 27 s. ISBN 80-238-4456-3.
- [32] STOCKLEY, C.: *Velká encyklopedie vědy: fyzika, chemie, biologie*. 2. vyd. Překlad Lubomír Pech. Havlíčkův Brod: Fragment, 2003, 384 s. ISBN 80-720-0809-9.
- [33] PASTOROVÁ, M.: *Doporučené očekávané výstupy: Mediální výchova v gymnáziích - metodická podpora*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, 2011. ISBN 978-80-87000-77-9.
- [34] Dostupné z: <http://www.soest.hawaii.edu/UMC/cms/kaimikai-o-kanaloa> [cit. 2014-01-22].
- [35] US Magnetic Materials Association. [online]. [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <http://www.usmagneticmaterials.com/articles-and-pp.htm>.
- [36] MURTINGER, K.: *Kovy vzácných zemin: Super byznys, který zatím drží v rukou Čína*. [online]. [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/kovy-vzacnych-zemin-super-byznys-ktery-zatim-drzi-v-rukou-cina.aspx> .
- [37] ORÁLEK, P.: *Energy Outlook 2013*. Praha, 2013, Ekonomia. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/energy-outlook-2013.html>.

- [38] ENERGOSTAT. Energetika v ČR a EU: informace, data, komentáře. zákony. [online]. [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://energostat.cz/elektrina.html>.
- [39] BENEŠ, P.: *Havárie s únikem nebezpečných látek, radiační havárie: pro chemii a fyziku na ZŠ*. 1. vyd. Praha, 2002, 23 s. Ochrana člověka za mimořádných událostí. ISBN 80-716-8818-5.
- [40] POSPÍŠIL, M.: *Instrumentální metody výzkumu a analýzy I*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1993, 141 s. ISBN 80-010-1010-4.
- [41] BENEŠ, P.: *Chemie a radiační hygiena prostředí. Vysokoškolská skripta*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1998.
- [42] GRAY, T. W.: *Prvky: obrazový průvodce všemi známými atomy ve vesmíru*. V Praze: Slovart, 2012, 240 s. ISBN 978-807-3915-445.
- [43] DVOŘÁK, L., DROZD, Z.: Experimenty – koření výuky fyziky. *Československý časopis pro fyziku*. Česká republika: Akademie věd České republiky, 2012, roč. 2012, str. 382-384. č. 5-6. ISSN 0009-0700.
- [44] VRZÁČKOVÁ, E.: *Videodatabáze chemických pokusů – tvorba a evaluace*. Praha, 2013. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- [45] DUFKOVÁ, M.: *Domácí pokusy z jaderné fyziky*. Praha: ČEZ, 2004.

# 7 Přílohy

## Příloha č. 1: Dotazníkové šetření mezi vyučujícími.

Text úvodního e-mailu:

Vážení vyučující chemie,

obracím se na Vás s prosbou o vyjádření se ke **třem učebním úlohám**, které budou součástí připravované diplomové práce na Přírodovědecké fakultě UK s názvem „Výuka jaderné chemie a chemie f-prvků na středních školách“.

U úloh se bude zjišťovat srozumitelnost, obtížnost a použitelnost při výuce. Modelové úlohy jsou součástí většího celku a jsou vybrány z následujících oblastí:

1. motivační úloha – zastoupení lanthanoidů v přírodě
2. aplikační úloha – radioaktivní rozpad
3. ověřovací úloha – částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny

Celý dotazník je koncipován tak, aby Vám zabral co nejméně času (předpokládaná doba vyplnění by neměla přesáhnout 5–10 minut).

V případě, že byste rádi obdrželi připravené úlohy i učební text pro využití v hodinách chemie, zanechte prosím v komentáři na konci dotazníku Vaši e-mailovou adresu a já Vám je pošlu po obhájení práce.

Děkuji Vám za Vaše názory.

Ing. Petr Distler

Text dotazníku:

Vážení kolegové, vážené kolegyně,

děkuji Vám za vyplnění dotazníku. Úlohy jsou určeny pro studenty 1. a 2. ročníku čtyřletého gymnázia (popř. i pro studenty ostatních typů středních škol s rozšířenou výukou chemie).

Typ školy, kde učíte:

- a. ZŠ
- b. střední škola
- c. gymnázium

Délka praxe:

- a. do 5 let
- b. 5–10 let
- c. 10–20 let
- d. více jak 20 let

1. Lanthanoidy při výuce chemie:

- a. Vynechávám
- b. Zmiňuji krátce (zlomek VH, skupina – obecná chemie)
- c. Zmiňuji krátce (zlomek VH, konkrétní prvek – anorganická chemie)
- d. Probírám podrobněji (1/2 VH či více, více prvků)

*Pozn.: VH = vyučovací hodina*

2. Radioaktivitu při výuce chemie:

- a. Vynechávám
- b. Zmiňuji krátce (zlomek VH)
- c. Probírám podrobněji (1/2 VH či více)

*Pozn.: VH = vyučovací hodina*

### 1. Zastoupení lanthanoidů (téma: f-prvky, typ úlohy: motivační)

*Student má k dispozici periodickou soustavu prvků a kalkulačku.*

**Text:** Hlavním zdrojem lanthanoidů jsou monazitové písky. Mezi nejhojněji vyskytující se lanthanoidy patří cer, který má podobné zastoupení v zemské kůře jako měď či nikl. V přírodě se nevyskytuje promethium, které je radioaktivní a má krátký poločas rozpadu. Nejméně zastoupené thulium a lutecium mají vyšší zastoupení než bismut, stříbro či platinové kovy. Největší světové zásoby lanthanoidů (více než 95 %) se nacházejí v Číně.

**Úkol 1:** Na základě výše uvedeného textu doplňte do tabulky značky prvků – *Ce, Pm a Lu* k příslušnému zastoupení:

Prvek	Ni		Cu	Pb		Tm	Ag	Au	
Zastoupení*	84	64	60	14	0,8	0,5	0,08	0,005	0

\*zastoupení je uvedeno v mg/kg, tj. kolik mg daného prvku je obsaženo v 1 kg zemské kůry

**Úkol 2:** Doplňte do textu chybějící údaje:

V zemské kůře se nachází 10× více \_\_\_\_\_ než stříbra, přibližně 20× více stříbra než \_\_\_\_\_ a asi 1 mg/kg \_\_\_\_\_. Výskyt ceru v zemské kůře je na základě uvedené tabulky nejpodobnější výskytu \_\_\_\_\_. Radioaktivní promethium s protonovým číslem \_\_\_\_\_ se v periodické tabulce nachází mezi \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_.

***Správné odpovědi:***

*Ce, Lu, Pm; lutecia, zlata, lutecia, mědi, 61, neodymem, samariem*

***Poznámka:***

3. Zadání úlohy a úkoly jsou podle mých odhadů:

- srozumitelné
- spíše srozumitelné
- spíše nesrozumitelné
- nesrozumitelné



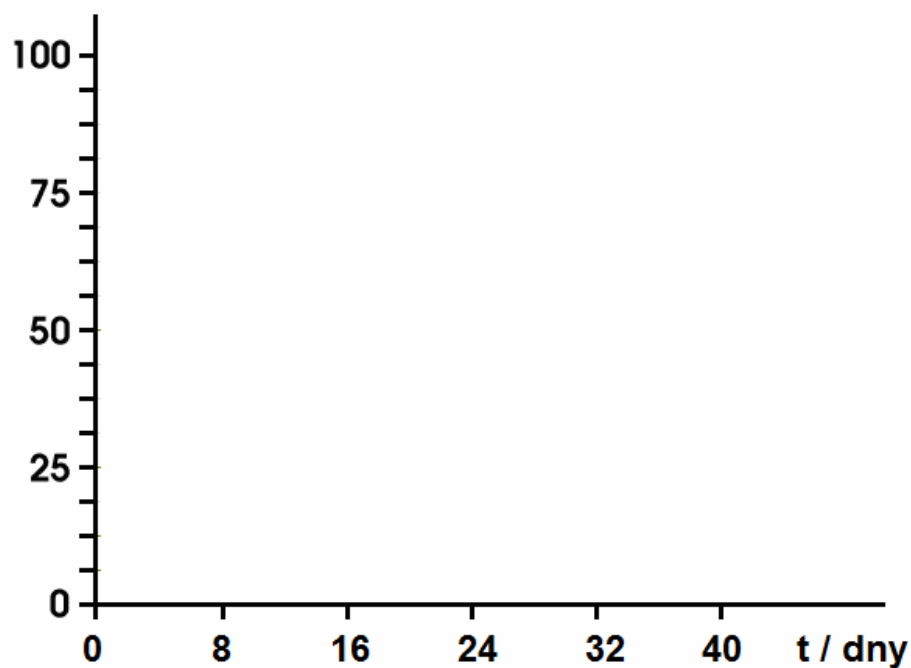
4. Úloha mi připadá vzhledem ke znalostem a dovednostem žáků:
- příliš obtížná
  - spíše obtížná
  - optimální
  - spíše snadná
  - příliš snadná

**2. Rozpad radioaktivního izotopu  $^{131}\text{I}$**  (téma: radioaktivita, typ úlohy: ověření pochopení a aplikace)

**Text:** Radioaktivita každého nestabilního izotopu se s časem snižuje. Pokles jeho radioaktivity se řídí tzv. rozpadovým zákonem a hlavní charakteristikou každého radioaktivního izotopu je poločas rozpadu. Poločas rozpadu je definován jako doba, za kterou se rozpadne právě polovina množství prvku. Po uplynutí doby 10 poločasů rozpadů, kdy radioaktivita daného izotopu klesne přibližně 1000×, můžeme považovat radioaktivní izotop za neškodný. Výjimkou mohou být např. velké průmyslové zářiče o vysoké radioaktivitě, u nichž i po uplynutí doby 10 poločasů rozpadu je zbytková radioaktivita natolik vysoká, že by při neodborné manipulaci mohlo dojít k ohrožení zdraví či znečištění životního prostředí. Např. jód  $^{131}\text{I}$ , který má poločas rozpadu  $\tau_{1/2} = 8 \text{ dní}$ , může být použit v medicíně pro vyšetřování štítné žlázy, srdce, jater, ledvin, střev či krve, či ve formě léku využít i k terapeutickým účelům při léčení některých typů zhoubných nádorů.

**Úkol 1:** Zakreslete do následujícího grafu, jaké bude procentuální zastoupení  $^{131}\text{I}$  na počátku měření a dále po 8, 16, 24, 32 a 40 dnech.

procentuální zastoupení  
nerozpadlých jader



**Úkol 2:** Za kolik dní můžeme považovat medicínský lék obsahující  $^{131}\text{I}$  za „neškodný“?

**Správné odpovědi**

*Úkol 1: Klesá vždy o polovinu předcházející hodnoty. Počáteční hodnota je 100 %.*

*Úkol 2: Za 80 dní.*

5. Zadání úlohy a úkoly jsou podle mých odhadů:
- srozumitelné
  - spíše srozumitelné
  - spíše nesrozumitelné
  - nesrozumitelné
6. Úloha mi připadá vzhledem ke znalostem a dovednostem žáků:
- příliš obtížná
  - spíše obtížná
  - optimální
  - spíše snadná
  - příliš snadná

**3. Částicová stavba jádra a radioaktivní přeměny** (téma: stavba jádra, radioaktivita, typ úlohy: ověřovací)

*Student má k dispozici periodickou soustavu prvků a kalkulačku.*

**Úkol 1:** Přiřaďte názvy (1–4) k následujícím reakcím (A–D).

- |  |   |
|--|---|
| 1 Rozpad $\alpha$ vedoucí ke vzniku nebezpečného plynu | A $^{30}\text{P} \rightarrow ^{30}\text{Si} + e^+ + E$                    |
| 2 Rozpad $\beta$ doprovázený zářením $\gamma$          | B $^{235}\text{U} + n \rightarrow ^{140}\text{Ba} + ^{94}\text{Kr} + 2 n$ |
| 3 Rovnice štěpení uranu v jaderné elektrárně           | C $e^- + p^+ \rightarrow n^0$   |
| 4 Záchyt elektronu jádrem atomu                        | D $^{226}\text{Ra} \rightarrow ^{222}\text{Rn} + ^4\text{He}$             |

**Úkol 2:** Při plnění následujících úkolů vycházejte z rovnic uvedených v úkolu 1.

- 5 Který prvek má v jádře nejvíce neutronů?
- 6 Které prvky patří mezi vzácné plyny (VIII.A skupinu)?
- 7 Jaký plyn je považován za zdravotně nebezpečný? Jakou nemoc může způsobovat?
- 8 Jak se nazývá skupina PSP, kam patří baryum a radium?
- 9 Která z uvedených částic je nejlehčí?

***Správné odpovědi:***

*1D, 2A, 3B, 4C*

*5 uran (143)*

*6 krypton, radon, helium*

*7 radon, jeho dlouhodobá inhalace může způsobit rakovinu plic*

*8 kovy alkalických zemin*

*9 elektron či pozitron*

7. Zadání úlohy a úkoly jsou podle mých odhadů:

- a. srozumitelné
- b. spíše srozumitelné
- c. spíše nesrozumitelné
- d. nesrozumitelné

8. Úloha mi připadá vzhledem ke znalostem a dovednostem žáků:

- a. příliš obtížná
- b. spíše obtížná
- c. optimální
- d. spíše snadná
- e. příliš snadná

9. Typy úloh uvedené výše v daných tématech:

- a. používám
- b. občas používám
- c. nepoužívám

*Pokud respondent odpověděl v 9. otázce možnost a nebo b:*

10. Používám úlohy:

- a. vlastní
- b. z pracovních sešitů
- c. z učebnic
- d. z internetu
- e. jiné zdroje (vypsat)

*Pokud respondent odpověděl v 9. otázce možnost c:*

11. Tyto typy úloh ve výuce nepoužívám, protože:

- a. nejsou k dispozici
- b. nenašel jsem vhodný zdroj
- c. nejsou vhodné do výuky
- d. jiný důvod (vypsat)

12. Výše uvedené úlohy 1–3 bych ve výuce daných témat:

- a. určitě využil
- b. spíše využil
- c. spíše nevyužil
- d. určitě nevyužil

*13. Pokud byste měli návrh na konkrétní úpravu úloh, zde je místo pro jejich uvedení.  
Vaše podněty poslouží pro finální úpravy úloh.*

*14. Pokud chcete obdržet finální učební text a úlohy, uveďte prosím svoji e-mailovou  
adresu. Po obhajobě práce (orientačně červen 2014) Vám bude zaslána kopie.*

*Děkuji Vám za vyplnění dotazníku. S přáním pěkného dne, Petr Distler*

**Příloha č. 2: Fotografie obsažené v prezentaci, která je přílohou diplomové práce**



*Obr. 1: Uranové nádobí 1*



*Obr. 2: Uranové nádobí 2*



*Obr. 3: Fluorescence sloučenin uranu*



*Obr. 4: Využití radia jako luminoforu na ručičkách hodinek leteckého budíku*



*Obr. 5: Kouřový detektor obsahující radioaktivní americium*



*Obr. 6: Auerova punčoška obsahující sloučeniny thoria a ceru*





*Obr. 7: Venkovní radioaktivní omítka z Jáchymova*



*Obr. 8: Sklo ozářené různými dávkami gama záření*



Obr. 9: Fotografie kovů vzácných zemin – dysprosium, erbium, gadolinium a yttrium



Obr. 10: Fotografie sloučenin lanthanoidů – dusičnan neodymitý, oxid lanthanitý a oxid neodymitý



*Obr. 11: Uranová ruda – smolinec (oxid uraničitý)*



*Obr. 12: Uranová ruda smolinec a detektor ionizujícího záření. Na displeji detektoru je zobrazena hodnota 14,56  $\mu\text{Sv/h}$ . Průměrná hodnota pozadí je 0,3  $\mu\text{Sv/h}$ .*