

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Chemie

Studijní obor: Učitelství chemie pro střední školy - Učitelství matematiky pro střední školy



Bc. Tomáš Kyzek

Tvorba pracovních listů k exkurzi u periodické tabulky prvků na Přírodovědecké fakultě
Univerzity Karlovy

Worksheets for a field trip to the periodic table of elements at the Faculty of Science, Charles
University

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Pavel Teplý, Ph.D.

Praha, 2024

Charles University

Faculty of Science

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně 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, 16.05.2024

Podpis

Poděkování:

Rád bych zde poděkoval vedoucímu mé práce RNDr. Pavlu Teplému, Ph.D. za čas, který mi věnoval, trpělivost, rady a připomínky, které mi poskytoval během vytváření diplomové práce. Také bych rád poděkoval i mé rodině a přátelům za podporu a trpělivost, kterou se mnou měli.

Abstrakt

Práce popisuje vztah periodické tabulky prvků, exkurze a pracovního listu k výuce chemie. Konkrétně se zaměřuje na exkurzi k expozici Periodická tabulka prvků na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Teoretická část rozebírá historii tvorby periodické tabulky prvků, shrnutí kurikulárních dokumentů a učebnic pro základní školy a gymnázia, následně význam exkurze ve vyučovacím procesu a v neposlední řadě význam pracovního listu a kognitivní cíle Revidované Bloomovy taxonomie.

V praktické části je popsána metodika získávání zpětné vazby, jednotlivé úlohy, jejich cíle a řešení a také je zde diskutován výběr úloh a změny oproti původním verzím pracovních listů. Byly vytvořeny 4 verze pracovního listu: verze pro základní školy pro exkurzi s lektorem, verze pro střední školy pro exkurzi s lektorem, verze pro základní školy pro exkurzi bez lektora a verze pro střední školy pro exkurzi bez lektora. Každý pracovní list, obsahuje 10 úloh.

Klíčová slova: pracovní list, exkurze, periodická tabulka prvků

Abstract

The thesis describes a relation of the periodic table of elements, field trips and worksheets to chemistry education. Specifically the thesis is focused on a field trip to an exposition The periodic table of elements at the Faculty of Science, Charles University. Theoretical part of the thesis analyses the history of the periodic table of elements, summary of curricular documents and textbooks for elementary schools and grammar schools, afterwards relation of an field trip to students' learning and lastly the meaning of worksheets and *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*.

The methodology covers gathering feedbacks, creating tasks, their goals and solution. The discussion about choosing and changings tasks compared to the original worksheet are described in the practical part of the thesis. Four versions of worksheets were created each containing 10 tasks. All versions of worksheets,

a version for elementary schools with a lecturer, a version for secondary schools with a lecturer, a version for elementary schools without a lecturer, a version for secondary schools without a lecturer.

Keywords: worksheet, field trip, periodic table of elements

Seznam zkratek

PTP – periodická tabulka prvků

PřF – přírodovědecká fakulta

RVP G – rámcový vzdělávací program pro gymnázia

RVP ZV – rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

SŠ – střední škola

ŠVP – školní vzdělávací program

UK – Univerzita Karlova

ZŠ – základní škola

Obsah

1 Úvod a cíle práce	9
2 Teoretická část	10
2.1 Periodická tabulka prvků	10
2.1.1 Historie vzniku.....	10
2.1.2 Dmitrij Ivanovič Mendělejev a dnešní PTP.....	15
2.1.3 Význam periodické tabulky prvků pro vědu a výuku.....	18
2.2 Periodická tabulka prvků v kurikulárních dokumentech	19
2.2.1 Rámcové vzdělávací programy	19
2.2.2 Periodická tabulka prvků v ŠVP vybraných základní škol a gymnázií	20
2.3 Periodická tabulka prvků v učebnicích chemie	20
2.4 Exkurze	21
2.5 Pracovní list	22
2.5.1 Funkce a tvorba pracovního listu.....	22
2.5.2 Výukové cíle	22
2.6 Průběh exkurze a využití pracovních listů	24
3 Praktická část	26
3.1 Metodika	26
3.1.1 Analýza ŠVP ZŠ	27
3.1.2 Analýza ŠVP G.....	28
3.2 Verze pracovního listu s lektorem	28
3.2.1 Cíle a řešení ZŠ verze	28
3.2.2 Cíle a řešení verze SŠ	34

3.2.3	Diskuze o vynechaných a nových úlohách	38
3.3	Verze pracovního listu k exkurzi bez lektora	41
3.3.1	Cíle a řešení verze ZŠ	41
3.3.2	Cíle a řešení verze SŠ	48
3.3.3	Diskuze o výběru úloh	55
4	Závěr	58
	Použité zdroje	59

1 Úvod a cíle práce

Práce vznikla v návaznosti na bakalářskou práci vytvořenou v roce 2021 v rámci, které vznikly dvě verze pracovního listu, a to pro exkurzi s lektorem, pro středoškolské žáky a žáky základních škol. Exkurze u interaktivní periodické tabulky prvků na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy, kterou si učitelé mohou objednat v katalogu pro učitele na portálu www.prirodovedci.cz, probíhá od roku 2019 a již od počátku se objevoval požadavek na doprovodný didaktický materiál, nejčastěji pracovní list, který by doprovázel výklad lektora. Ne všechny školy, ale využívají služeb lektorů a mnoho učitelů si vytváří své vlastní pracovní listy, aniž by předem věděli, co vše interaktivní expozice nabízí a umí. Pracovní list tedy nemusí nutně jen doprovázet lektora, ale může fungovat jako svébytný materiál pro samostatnou práci.

Cílem této diplomové práce tedy bylo vytvořit 4 verze pracovního listu pro výše zmíněnou exkurzi. Dvě verze pro středoškolské žáky, jedna verze pro exkurzi s lektorem, druhá pro exkurzi bez lektora. Stejně pak dvě verze pro žáky základních škol.

2 Teoretická část

V teoretické části se zaměříme na téma periodické tabulky prvků. Řekneme si něco o historii jejího sestavení, proč vypadá tak, jak vypadá a jaký je její význam pro vědu i vzdělávání. Dále rozšíříme témata z bakalářské práce a to konkrétně, jaké postavení má periodická tabulka prvků v kurikulárních dokumentech a zda v posledních letech nastaly nějaké změny. Řekneme si také něco více o exkurzích a jejich vlivu na vzdělávání. V neposlední řadě se zaměříme na téma pracovního listu a výukových cílů, které jsme v bakalářské práci tolik nepopisovali. Jako poslední si řekneme, jak probíhá exkurze na PřF UK a jaký je význam pracovních listů pro tuto exkurzi.

2.1 Periodická tabulka prvků

V této kapitole se zaměříme na historii vzniku PTP, její význam pro chemii jako vědu, a také pro výuku chemii.

2.1.1 Historie vzniku

V 19. století, kdy došlo k objevení prvků jako selen, thorium, lithium apod., přesáhl celkový počet prvků 60. Díky velkému počtu prvků vědci je chtěli nějakým způsobem klasifikovat. Bylo provedeno mnoho pokusů na vytvoření nějakého systému. Vědci, které zmíníme v práci, jsou Johann Wolfgang Döbereiner, Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois a John Alexander Reina Newlands. Důvodem je, že tato jména jsou zmiňována během samotné exkurze.[1]

V podstatě prvním pokusem o sestavení nějakého systému byly Döbereinerovy triády. Döbereiner vydal Zákon triád v roce 1829 (první triády objevil již v roce 1817). Triády fungovaly následovně – triáda obsahovala tři prvky, které byly seřazeny podle atomové hmotnosti, atomová hmotnost prostředního prvku byla aritmetickým průměrem hmotností dvou sousedních prvků.[2] Takové triády byly například Ca, Sr, Ba nebo P, As, Sb. Daltonova atomová teorie byla příliš nová, a proto Döbereiner mohl použít pouze 6 hodnot, kdy začal triády sestavovat.[3] Mendělejev však práci Döbereinera využil při odhadování chybějících prvků.

De Chancourtois svou periodickou soustavu představil v roce 1862. Jako první si všiml, že vlastnosti prvků jsou funkcí jejich atomových hmotností.[3] Umístil prvky na spirálovou čáru na kovovém válci (viz Obrázek 1). Šestnáct prvků tvořilo jednu otočku a 17. prvek se objevil pod prvním. Tedy například Li, Na, K ležely na jedné svislé přímce a tvořily skupinu. Z dnešního pohledu tato soustava obsahovala pár chyb, například mangan patřil do skupiny s lithiem nebo že nebyla vynechána místa pro neobjevené prvky. Kvůli vydavatelským problémům se de Chancourtoisova soustava nedostala k publiku, které de Chancourtois očekával. Tabulka se stala známou hlavně díky tomu, že ji zmínil Mendělejev.[4]

7 Avril 1862

VIS TELLURIQUE

CLASSEMENT NATUREL DES CORPS SIMPLES OU RADICAUX
obtenu au moyen d'un
SYSTÈME DE CLASSIFICATION HÉLICOÏDAL ET NUMÉRIQUE
par A.E. BÉGUYER DE CHANCOURTOIS

		Tableau des Caractères Géométriques																
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Hydrogène	H	1	H															
Lithium	Li	7																
Glucium	Gl	9																
Bore	Bo	11																
Carbone	C	12																
Azote	Az	14																
Oxygène	O	16																
Fluor	Fl	19																
Sodium	Na	23																
Magnesium	Mg	24																
Aluminium	Al	27																
Silicium	Si	28																
Phosphore	Ph	31																
Soufre	S	32																
Chlore	Cl	35																
Potassium	K	39																
Calcium	Ca	40																
Titane	Ti	48																
Chrome	Cr	53																
Manganèse	Mn	55																
Fer	Fe	56																
Nikel	Ni	59																
Cobalt	Co	60																
Cuivre	Cu	64																
Yttrium	Yt	64																
Zinc	Zn	66																
Zirconium	Zr	67																
Arsenic	As	75																
Brome	Br	79																
Selenium	Se	80																
Rubidium	Rb	87																
Strontium	Sr	88																
Lanthane	La	91																
Cerium	Ce	92																
Molybdène	Mo	96																
Dioxyde	Di	98																
Yttrium	Yt	100																
Thallium	Tl	103																
Rhodium	Rh	104																
Palladium	Pd	107																
Argent	Ag	108																
Cadmium	Cd	111																
Etain	Sn	115																
Thorium	Th	119																
Urane	Ur	120																
Antimoine	Sb	121																
Cæsium	Cs	124																
Iode	Io	127																
Tellure	Te	128																
Tantale	Ta	184																
Tungstène	W	185																
Iridium	Ir	197																
Platine	Pt	199																
Or	Au	200																
Mercure	Hg	204																
Ruthenium	Ru	205																
Osmium	Os	208																
Bismuth	Bi	209																

Obrázek 1: De Chancourtoisův helikální periodický systém[4]

Newlandsův systém byl prezentován v roce 1865.[3] Je znám jako Zákon oktáv. Tedy verze velice podobná de Chancourtoisově, ovšem délka periody byla 8 místo 16. Nebylo vynecháno žádné místo pro nové prvky, stejně jako u de Chancourtoisova systému, a zároveň na některých místech ležely dva prvky. Z těchto důvodů byla tabulka pro všechny (i neobjevené) prvky velice omezená.[5]

V historii periodické tabulky prvků ale sehrálo roli vícero významných osobností. První systém (viz Obrázek 2) Juliuse Lothara Meyera byl vydán v roce 1864 na kongresu v Karlsruhe. Svou teorii zakládal na Daltonově atomové teorii, Avogadrově hypotéze a dalších. Na rozdíl od Mendělejeva se domníval, že existuje jakási první substance, ze které vznikají prvky. Další verzi vydal po vydání Mendělejevovy tabulky.[3, 5]

MEYER'S TABLE OF 1868.

1	2	3	4	5	6	7	8
Cr=52.6	Mn=55.1 49.2 Ru=104.3 92.8=2.46.4 Pt=197.1	Al=27.3 27.1=14.8 Fe=56.0 48.9 Rh=103.4 92.8=2.46.4 Ir=197.1	Al=27.3 Co=58.7 47.8 Pd=106.0 93=2.465 Os=199.	Ni=58.7	Cu=63.5 44.4 Ag=107.9 88.8=2.44.4 Au=196.7	Zn=65.0 46.9 Cd=111.9 88.3=2.44.5 Hg=200.2	C=12.00 16.5 Si=28.5 27.1=44.5 #1=44.5 Sn=117.6 89.4=2.41.7 Pb=207.0
9	10	11	12	13	14	15	
N=14.4 16.96 P=31.0 44.0 As=75.0 45.6 Sb=120.6 87.4=2.43.7 Bi=208.0	O=16.00 16.07 S=32.07 46.7 Se=78.8 49.5 Te=128.3	F=19.0 16.46 Cl=35.46 44.5 Br=79.9 46.8 I=126.8	Li=7.03 16.02 Na=23.05 16.08 K=39.13 46.3 Rb=85.4 47.6 Cs=133.0 71=2.35.5 Te=204.0	Be=9.3 14.7 Mg=24.0 16.0 Ca=40.0 47.6 Sr=87.6 49.5 Ba=137.1	Ti=48 42.0 Zr=90.0 47.6 Ta=137.6	Mo=92.0 45.0 Vd=137.0 47.0 W=184.0	

Obrázek 2: Tabulka Lothara Meyera z roku 1868[4]

Systém Williama Odlinga (viz

Obrázek 3) spočíval na rozšíření triád. Seřadil 57 prvků podle rostoucí atomové hmotnosti.[3]. Jeho vliv na objevení periodického systému není jasný ani v dnešní době. Odlingova verze byla částečně lépe

uspořádána, ale na druhou stranu se mu nepodařilo správně rozřadit prvky do skupin a podskupin.[5]

			Ro 104	Pt 197
			Bu 104	Ir 197
			Pd 106·5	Os 199
			Ag 108	Au 196·5
H 1	"	"	Cd 112	Hg 200
"	"	Zn 65	"	Tl 203
L 7	"	"	"	Pb 207
G 9	"	"	U 120	"
B 11	Al 27·5	"	Sn 118	"
C 12	Si 28	"	Sb 122	Bi 210
N 14	P 31	As 75	Te 129	"
O 16	S 32	Se 79·5	I 127	"
F 19	Cl 35·5	Br 80	Ce 133	"
Na 23	K 39	Rb 85	Ba 137	"
Mg 24	Ca 40	Sr 87·5	Ta 138	Th 231·5
	Ti 50	Zr 89·5	"	"
	"	Ce 92	"	"
	Cr 52·5	Mo 96	V 137	"
	Mn 55		W 184	"
	Fe 56			
	Co 59			
	Ni 59			
	Cu 63·5			

Obrázek 3: Odlingova periodická tabulka z roku 1864 s 57 prvky[4]

Poslední jméno, bylo Gustavus Detlef Hinrichs, který zakládal svůj systém (viz Obrázek 4) na základě získaných spektrálních dat. Bohužel vydal svou práci po Odlingovi a tak jeho snaha byla zbytečná. Vliv Hinrichse na vývoj periodického systému a rozšíření povědomí o něm byl minimální.[3] Zmínili jsme ho v této práci,

vědci a ten hodnoty přeměřil a získal hodnoty předpovězené Mendělejevem. Mendělejev tedy objevil periodický zákon, který v té době byl založen na atomových hmotnostech a dnes je mírně pozměněn a zní: „Fyzikální a chemické vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel“, což Mendělejev popisoval ve článku z roku 1869.[6, 7] Tabulka procházela změnami, například v první verzi měl zaměněny sloupce a řádky.[8]

Series.	GROUP I. R ₂ O.	GROUP II. RO.	GROUP III. R ₂ O ₃ .	GROUP IV. RH ₄ . RO ₂ .	GROUP V. RH ₃ . R ₂ O ₅ .	GROUP VI. RH ₂ . RO ₃ .	GROUP VII. RH. R ₂ O ₇ .	GROUP VIII. RO ₄ .
I	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Ce=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	? Y=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104 Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	I=127	
8	Cs=133	Ba=137	? Di=138	? Ce=140	....	....	....	....
9 .....	....	....	....	....	....	....	....	....
10 .....	....	....	? Er=178	? La=180	Ta=182	W=184	....	Os=195, In=197 Pt=198, Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	....	....
12 .....	....	....	....	Th=231	....	U=240	....	....

Obrázek 5: Mendělejevův periodický systém[4]

Dnešní tabulka se objevuje ve dvou verzích, dlouhá verze (viz Obrázek 6) a krátká verze. Dlouhá verze tabulky je vlastně ta správná, protože má prvky seřazeny podle rostoucího protonového čísla ve všech vrstvách. Nicméně z prostorových důvodů se využívá tabulka krátká.

Periodic Table
www.webelements.com
© Mark Winter

Obrázek 6: Dlouhá verze periodické tabulky[9]

Krátká verze (viz Obrázek 7) se liší tím, že jsou f-prvky vyčleněny pod tabulkou. V práci budeme popisovat krátkou verzi tabulky. Obsahuje 7 řádků, které se nazývají periody a 18 sloupců, které se nazývají skupiny. V periodách se řadí prvky podle rostoucího počtu protonů (tedy podle rostoucí atomové hmotnosti a podle počtu elektronů), ve skupinách jsou prvky s velmi podobnými fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Některé skupiny mají své speciální názvy, 1. skupina bez vodíku se nazývá skupina alkalických kovů, 2. skupina bez beryllia se nazývá skupina kovů alkalických zemin, 13. skupina jsou triely (skupina boru), 14. skupina jsou tetrely (skupina uhlíku), 15. skupina pniktogeny (ze starořeckého *pnígein*, což znamená udusit, podle dusivých vlastností-nedýchatečnosti dusíku), 16. chalkogeny (z řeckého *chalkos*-ruda a *gennaó*-tvořit), 17. skupina halogeny (z řeckého *háls*-sůl a *gennaó*-tvořit), 18. skupina vzácné plyny. Prvky ve skupinách 3-12 jsou začleněny do některých skupinek např. triáda železa, kam patří Fe, Co, Ni, dále lehké platinové kovy (Ru, Rh, Pd) a těžké platinové kovy (Os, Ir, Pt). Celá tato část tabulky se označuje jako přechodné kovy nebo d-prvky. Vyčleněné skupiny se nazývají lanthanoidy a aktinoidy, také se označují jako vnitřně přechodné kovy nebo f-prvky.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	1 H 1,008																	2 He 4,0026
	3 Li 6,94	4 Be 9,0122											5 B 10,81	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
	11 Na 22,990	12 Mg 24,305											13 Al 26,982	14 Si 28,085	15 P 30,974	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,948
19 K 39,098	20 Ca 40,078	21 Sc 44,956	22 Ti 47,867	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,38	31 Ga 69,723	32 Ge 72,630	33 As 74,922	34 Se 78,971	35 Br 79,904	36 Kr 83,798	
37 Rb 85,468	38 Sr 87,62	39 Y 88,906	40 Zr 91,224	41 Nb 92,906	42 Mo 95,95	43 Tc 96,906	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29	
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,905	58 Ce 140,12	59 Pr 140,907	60 Nd 144,24	61 Pm 144,912	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05			
87 Fr 223,02	88 Ra 226,03	89 Ac 227,03	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np 237,05	94 Pu 244,06	95 Am 243,06	96 Cm 247,07	97 Bk 247,07	98 Cf 251,08	99 Es 252,08	100 Fm 257,10	101 Md 258,10	102 No 259,10			



Periodic Table
www.webelements.com

© Mark Winter

Obrázek 7: Krátká verze periodické tabulky[10]¹

2.1.3 Význam periodické tabulky prvků pro vědu a výuku

V této kapitole se zaměříme na to, jak se periodická tabulka prvků využívá ve vědě a na její význam ve výuce chemie.

Už sám Mendělejev ukázal, že na základě znalosti vlastností některých prvků a jejich postavení v periodické tabulce lze odhadnout vlastnosti prvku neobjeveného (viz kapitola 2.1.2 Dmitrij Ivanovič Mendělejev a dnešní PTP). Toto se využívá i v dnešní době pro odhad například k odhadnutí stability jádra, elektronové konfigurace v základním stavu či jiných trendů jako atomový poloměr.[11] Mendělejev vytvořil tabulku pro studenty, od kterých čekal, že nebudou tabulku považovat pouze za sbírku faktů, ale spíše za unikátní systém různých zákonů s vysvětlitelným pořadím. V běžné školní praxi je však tato myšlenka upozaděná a výuka se zaměřuje hlavně na memorizaci.[12] Například jedna studie z USA ukazuje, že velká část studentů má pouze naučené principy periodické tabulky a nerozumí jejich podstatě, což může vést k miskoncepcím.[13] Trendy v tabulce se dají v dnešní době dobře vizualizovat pomocí 3D tisku pomocí i dynamického HTML, kde lze nastavit barevný gradient, který usnadňuje orientaci

¹ K expozici vznikla také papírová verze tabulky, kterou je možné získat na: <https://www.prirodovedci.cz/eshop/kategorie/ucebni-pomucky/produkt/periodicka-tabulka-prvku/>

i pochopení (ne)spojitosti jednotlivých trendů. Tyto učební pomůcky jsou vhodné pro využití ve výuce, neboť zobrazují abstraktní pojmy. Zároveň je to pro žáky změna, která u nich může vzbudit zájem a pomoci jim pochopit tyto abstraktní pojmy. [14]

2.2 Periodická tabulka prvků v kurikulárních dokumentech

V této kapitole stručně popíšeme ukotvení pojmu periodické tabulky prvků v kurikulárních dokumentech.

2.2.1 Rámcové vzdělávací programy

V této kapitole se zaměříme na to, jak pojednávají o tématu PTP rámcové vzdělávací programy.

V roce 2023 byla uvedena v platnost nová verze RVP ZV, která ale nepřináší žádné změny pro výuku chemie oproti RVP ZV z roku 2021, kterou jsme popisovali v rámci bakalářské práce.[15] Očekávaný výstup v rámci periodické tabulky prvků je následující: „žák orientuje se v periodické soustavě chemických prvků, rozpozná vybrané kovy a nekovy a usuzuje na jejich možné vlastnosti“[16] V rámci učiva máme učivo prvky, kde RVP doporučuje, aby žák znal názvy a značky vybraných prvků, jejich vlastnosti a použití, znal pojmy perioda a skupina v periodické soustavě. Nicméně práce s PTP nezahrnuje pouze tyto pojmy, ale je třeba znát pojmy doplňkové, jako elektron, atom, a to RVP zahrnuje v učivu částicové složení látek. V současné době probíhá velká revize RVP ZV, kde se již v prvotním návrhu téma periodické tabulky prvků vůbec nevyskytuje.

Těsně po obhajobě bakalářské práce vyšla také aktualizace RVP G, ale změny se opět netýkaly chemie. RVP G je mnohem stručnější, očekávaným výstupem je: „žák předvídá vlastnosti prvků a jejich chování v chemických procesech na základě poznatků o periodické soustavě prvků“[17]. V rámci učiva je pouze zmíněna periodická soustava prvků.

2.2.2 Periodická tabulka prvků v ŠVP vybraných základní škol a gymnázií

Tato kapitola shrnuje vymezení pojmů podstatných pro tuto práci v rámci školních vzdělávacích programů. Výše zmíněná bakalářská práce obsahuje řešerši 5 ŠVP ZŠ a 3 ŠVP G. Pro shrnutí všechny ŠVP ZŠ, které jsme vybrali pro bakalářskou práci, kopírovaly výstupy RVP ZV a nepřinášely nic rozšiřujícího. U ŠVP G to bylo trošku jiné, protože se jednotlivé programy lišily různou šíří požadovaných znalostí.[15] V praktické části jsme se zaměřili na analýzu dalších ŠVP základních škol a gymnázií.

2.3 Periodická tabulka prvků v učebnicích chemie

Tato kapitola popisuje výskyt tématu PTP ve vybraných učebnicích chemie.

V rámci bakalářské práce jsme dělali řešerši 4 učebnic pro ZŠ a 4 učebnic + 1 přehledu pro G.

V rámci učebnic pro ZŠ učebnice zmiňují jméno D. I. Mendělejeva, uvádí periodický zákon v různých zněních, popisovaly strukturu atomu, PTP a elektronegativitu. Žádná z učebnic nepopisuje pojem radioaktivity, tento pojem se však bere v rámci fyziky. [15] V práci Dobřemyslové je vypsán seznam prvků v rámci učebnic na ZŠ, podle počtu různých učebnic, ve kterých se daný prvek zmiňuje. Pro přehled jsme se rozhodli zde vypsát ty nejčastěji uváděné: vodík, sodík, vápník, železo, měď, zinek, zlato, stříbro, olovo, hliník, uhlík, kyslík, dusík, síra, chlor. U těchto prvků učebnice také uvádějí vlastnosti a využití.[18]

Učebnice pro gymnázia zmiňují stejné pojmy jako učebnice pro ZŠ, avšak je rozšiřují o pojmy jako je radioaktivita, některé u PTP zmiňují i další jména jako například jméno J. L. Meyer.[15]

2.4 Exkurze

Exkurze také byla jedním z témat bakalářské práce, proto zde shrneme, k čemu jsme dospěli. Vycházeli jsme z práce Pavlasové, která definuje exkurzi jako výuku, která probíhá v prostředí mimo školu, a to buď nějaké instituce či přírodní prostředí.[19] Exkurze u periodické tabulky prvků využívá mnoho dalších výukových metod např. diskuze, vysvětlování, demonstrace, pozorování. Naše exkurze je spíše statická nežli dynamická. Je však velmi interaktivní a mnoho věcí si žáci mohou sami vyzkoušet, manipulace s interaktivní tabulkou, osahání prvků apod.[15] V rámci RVP není exkurze v odvětví chemie vůbec zmíněna ani v RVP ZV, ani v RVP G. ŠVP, které jsme využili pro bakalářskou práci, již zmiňují exkurze i v rámci chemie např. do vodáren, elektráren a jiných institucí.[15]

V práci Papírníkové se píše, že díky exkurzím žáci mohou získávat kompetence v přírodovědné gramotnosti. Neboť pro žáky je důležitý přímý kontakt se zkoumanou realitou, obzvláště v přírodních vědách, kde se klade důraz na porozumění jednotlivým jevům.[20] Exkurze nabízejí možnost motivovat žáky a praktickou ukázkou konceptů, které se žáci učí ve školních lavicích. Tím se zvyšuje jejich vědomostní základ a podporuje se rozvoj jejich dalšího učení. [21] Výzkumy Pettyho ukazují, že do mozku informace vstupují z 87 % očima, z 9 % ušima a ze 4 % ostatními smysly.[22]

2.5 Pracovní list

2.5.1 Funkce a tvorba pracovního listu

V bakalářské práci jsme popisovali, že pracovní list je didaktický textový materiál, který může zvyšovat aktivitu a samostatnost žáka.[23] Pracovní listy by měly být tvořeny následovně. Měly by být psané na počítači, aby byly čitelné. Měly by být volné okraje kvůli kopírování a sešívání. Stránky by neměly být přehlcené informacemi. [22]

Pracovní list může mít vícero funkcí. Může být například funkce poznávací (pracovní listy obsahují základní poznatky o expozici), motivační, sebevzdělávací a mnoho dalších. Funkce našich pracovních listů z bakalářské práce byla hlavně upevňovací a kontrolní, motivační a sebevzdělávací.[24]

Prvním krokem, který je třeba učinit je stanovení výukových cílů. Většinou při tvorbě pracovních listů pracujeme s dílčími cíli, což jsou cíle jednotlivých úloh.[24]

2.5.2 Výukové cíle

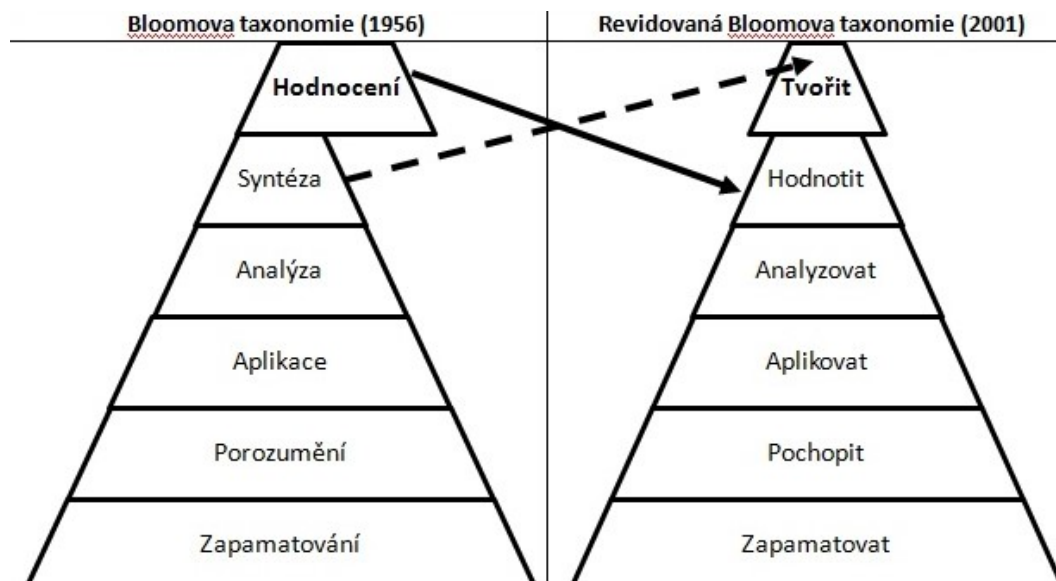
Výukové cíle dělíme na kognitivní (poznávací), afektivní (hodnotové) a psychomotorické. V této kapitole zmíníme hlavně cíle kognitivní a cíle afektivní.

Afektivní cíle jsou takové cíle, u kterých tvoříme, měníme hodnoty, postoje či emoce žáků.[25] V chemii se to projeví například postojem žáků k domácím potřebám, pokud znají vlastnosti prvků a sloučenin.

Kognitivní cíle jsou cíle tzv. poznávací, vzdělávací. Jedná se o osvojování vědomostí a dovedností spojených s intelektem. [26]

Kognitivní cíle stanovujeme nejčastěji podle Revidované Bloomovy taxonomie. Bloomova taxonomie byla vydána v 50. letech 20. století psychology pod vedením Benjamina S. Blooma. Tato taxonomie rozdělovala cíle do 6 kategorií podle kognitivní náročnosti od nejnižší – zapamatování po nejvyšší – hodnotové posuzování. Následně z důvodu doplnění dalších typů cílů byla vytvořena v roce 2001 tzv. Revidovaná Bloomova taxonomie. Tato taxonomie také rozděluje cíle do 6 kategorií, od nejnižší zapamatovat po nejvyšší tvořit (viz Obrázek 8).

Z podstatných jmen se stala slovesa, protože cíle můžeme popsat pomocí činnosti či postupu (slovesy).[27]



Obrázek 8: Porovnání změn v Bloomově taxonomii, vlevo Bloomova taxonomie, vpravo Revidovaná Bloomova taxonomie [27]

Výčet nejpodstatnějšího významu taxonomie výukových cílů je následující. Pomáhají vytvářet cíle nebo je klasifikovat. Mohou vytvářet pomůcku pro hodnocení vzdělávacích cílů. Žáci a studenti rozumí těmto cílům, dokonce i rodiče.[27]

2.6 Průběh exkurze a využití pracovních listů

V této kapitole stručně popíšeme, jak probíhá exkurze u periodické tabulky prvků na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze a jaký význam pro tuto exkurzi mají námi vytvořené pracovní listy.

Lektor se představí, přivítá účastníky a představí průběh exkurze.

První část, kterou se během exkurze lektor zaobírá, je historie. Během interakce s žáky zjistí, které prvky si myslí, že lidé znají nejdéle. Následně na interaktivní tabulce (dále jen tabulce) nastaví rok 0 a ukáže se 11 prvků (Fe, C, S, Cu, Zn, Ag, Au, Hg, Sn, Sb a Pb). Následně je vede k zamyšlení, proč právě tyto prvky, dospěje se k výskytu v elementárním (nesloučeném) stavu v přírodě. Dále poukáže, s pomocí interaktivity PTP, na velké množství objevů nových prvků na přelomu 18. a 19. století a naváže nutností sestavit pro tyto prvky nějaký řád. Pasáž o historii zakončí povídáním o D. I. Mendělejevovi a formulací periodického zákona. Zmiňuje také české stopy. Práce profesora Bohuslava Braunera s lanthanoidy a jeho zasloužení se o vyčlenění skupiny lanthanoidů. Dále pak objev polonia a radia manželů Curie v českém smolinci z Jáchymovska.

V dalším segmentu popisuje podobu dnešní tabulky. Zmiňuje počty period a skupin a názvy vybraných skupin. Vše je doprovázeno barevným podsvícením příslušných skupin.

Následně přechází na trendy a práci s tabulkou. Barevně rozsvítí nějaký trend, například elektronegativitu. Dále s pomocí otázek, popřípadě návodných informací, se dozvídá, jak se jednotlivé trendy v tabulce mění, tedy, kde je hodnota nejvyšší, kde nejnižší a jaké barvy tomu odpovídají. Trendy, které se zmiňují, jsou atomový poloměr, hustota, teplota tání, elektronegativita. Tabulka umí zobrazit i další informace, například rok objevu (popsáno v předminulém odstavci), radioaktivitu či zdali se jedná o prvek biogenní nebo toxický. U poslední zmíněné informace lektor zdůrazňuje rozdíl mezi prvkem čistým a prvkem vázaným ve sloučenině.

V posledním segmentu exkurze pak každý z žáků dostane do ruky nějaký vzorek, který má s pomocí tabulky pojmenovat a zjistit, k čemu se prvek používá. Žáci

vzorky porovnávají se vzorky z expozice a dostávají i nápovědy ohledně využití prvku. Následně lektor před celou skupinou všechny vzorky ukáže a s pomocí žáků dá dohromady jejich názvy i využití. Spolu s interaktivitou PTP je to jeden z unikátních aspektů exkurze.

Rozdíly mezi ZŠ a SŠ verzi exkurze se projevují hlavně ve třech částech – historie, trendy, stavba PTP. V rámci historie lektor zmiňuje ve středoškolské verzi jména zmíněna v kapitole 2.1.1 Historie vzniku, kdežto ve verzi pro základní školy se zmiňuje pouze D. I. Mendělejev. Trendy, které se zmiňují ve verzi pro základní školy, jsou elektronegativita, hustota a pak nespojité trendy jako teplota tání a výskyt v živých organismech. Ve středoškolské verzi se zmiňuje také atomový poloměr, hustota nebo ionizační energie. Ve stavbě tabulky se zmiňuje rozdělení na kovy/nekovy/polokovy, ale ve verzi pro základní školy se například nezmiňují názvy jednotlivých skupin.

Pracovní listy mají sloužit jako záznam některých informací, které během exkurze zazní. Vzhledem k možnosti návštěvy expozice i bez lektora, jsme se rozhodli sestavit verzi pracovního listu, která by zjednodušenou formou zastoupila právě lektora. Verze pracovního listu budou popsány podrobně v praktické části.

3 Praktická část

3.1 Metodika

Cílem práce bylo vytvořit 4 pracovní listy, dvě verze pro exkurzi s lektorem pro ZŠ a SŠ žáky a dvě verze pro exkurzi bez lektora pro ZŠ a SŠ žáky. Výchozím materiálem pro splnění cílů práce byly pracovní listy vytvořené v rámci bakalářské práce.[15]. Náměty na úpravy SŠ verze jsme nasbírali pomocí polostrukturovaného rozhovoru se dvěma středoškolskými učiteli, kteří projevíli zájem poskytnout zpětnou vazbu. Ukázali jsme prvotní verzi pracovních listů z bakalářské práce (viz příloha č. 1 a č. 3). K tomuto jsme si připravili polostrukturovaný rozhovor (viz příloha č. 5).

SŠ verzi upravenou podle výsledků polostrukturovaného rozhovoru (viz příloha č. 7 – druhá verze SŠ) jsme pilotně zadali skupině SŠ žáků 1. ročníku čtyřletého gymnázia a vyplněné pracovní listy zanalyzovali. Zároveň jsme tyto dvě nové verze (viz příloha č. 6 a č. 7 – druhá verze ZŠ a SŠ) prezentovali na diplomovém semináři. Zpětnou vazbu jsme využili pro další úpravu pracovních listů. Další verzi pracovních listů (viz příloha č. 8 – třetí verze SŠ) jsme zaslali i dalším dvěma učitelům, kteří nám poskytli zpětnou vazbu formou dotazníku, jehož položky odpovídaly otázkám z polostrukturovaného dotazníku (viz příloha č. 5). Nově upravenou verzi (viz příloha č. 9 – čtvrtá verze SŠ) jsme poslali jedné vyučující SŠ, od které jsme získali zpětnou vazbu a zároveň jsme tuto verzi vyzkoušeli i na dvou skupinách jejích žáků 2. ročníku SŠ. Po této verzi následovaly finální verze (viz přílohy č. 10, č. 12 – verze ZŠ a SŠ s lektorem, viz přílohy č. 14, č.16 – verze ZŠ a SŠ s lektorem).

Pro sumarizaci, k úpravě pracovního listu jsme využili:

- 1) polostrukturované rozhovory (2 učitelé)
- 2) zpětnou vazbu z diplomového semináře (2x)
- 3) vyplněné pracovní listy žáků (3x SŠ)
- 4) dotazníkové šetření (3 učitelé)

Dále jsme také vybrali 8 dostupných ŠVP ZŠ a ŠVP G. Tento výběr nebyl náhodný, ale stratifikovaný. Vybírali jsme tak, že jsme si zvolili 8 krajských měst napříč celou republikou, v každém našli základní školu a gymnázium, které měly ŠVP přístupné na stránkách. Tyto ŠVP jsme zanalyzovali.

Informace z polostrukturovaných rozhovorů, diplomového semináře, vyplněných pracovních listů, dotazníků, rešerší kurikulárních dokumentů a učebnic jsme využili při tvorbě nových úloh či při změně úloh stávajících.

3.1.1 Analýza ŠVP ZŠ

Témata periodické soustavy prvků a orientace v ní, kovů a nekovů (vyjma ŠVP ZŠ Seifertova [28]), značek a názvů prvků se objevují ve všech námi vybranými ŠVP. Zároveň všechny ŠVP kopírují či modifikují výstup z RVP ZV, který říká, že: „*žák používá pojmy atom a molekula, prvek a sloučenina ve správných souvislostech*“ [16], čehož využíváme v úlohách o vztahu prvků k živým organismům a u historie. Některé výstupy a pojmy, které pro nás byly klíčové se neobjevovaly ani v jednom ze analyzovaných ŠVP. ŠVP ZŠ Antonínská má jeden ŠVP výstup formulovaný jako: „*žák vyhledá prvky s podobnými vlastnostmi*“.[29] Tento výstup máme obsažený v úloze č. 3 ve verzi ZŠ bez lektora (viz příloha č. 12). Dalšími dvěma specifickými výstupy jsou: „*žák definuje rozdíl mezi chemickým prvkem a chemickou sloučeninou*“, „*žák rozlišuje pojmy prvek, sloučenina a užívá je ve správných souvislostech*“ [28] a „*žák se snaží naplnit v úlohách o vztahu prvků k živým organismům. Pojem periodický zákon je obsažen ve dvou ŠVP, a to ŠVP ZŠ Poštovní, které má následující výstup: „žák vysvětlí princip uspořádání prvků v PSP*“ [30] a dále ŠVP ZŠ Seifertova, které píše: „*žák rozumí znění a významu periodického zákona*“. [28] V rámci tématu kovy a nekovy se 3 z vybraných ŠVP škol zmiňují také o polokovech a to ŠVP ZŠ Chelčického [31], ŠVP ZŠ Poštovní [30] a ŠVP ZŠ Studénka [32]. Pojem elektronegativity opět používají 3 ŠVP a to ŠVP ZŠ Chelčického [31], ŠVP ZŠ Seifertova [28] a ŠVP ZŠ Poštovní [30]. Pro nás nejméně obsáhlé byla ŠVP ZŠ Mitušova [33], ŠVP ZŠ Bolevecká [34] a ŠVP ZŠ Spojenců [35], kterým chyběly pro nás důležité rozšiřující pojmy jako polokovy, elektronegativita či periodický zákon.

3.1.2 Analýza ŠVP G

Očekávaný výstup a učivo z RVP G použily buď v nezměněné, nebo mírně změněné formě, všechny školy. Překvapivě pojem elektronegativita najdeme pouze ve dvou ŠVP, a to ŠVP G Kapitána Jaroše [36] a ŠVP G První české gymnázium [37]. Pojem periodický zákon explicitně zmiňují pouze 4 ŠVP, a to ŠVP G Maticní [38], ŠVP G První české gymnázium [37], ŠVP G Mikulášské nám. [39] a ŠVP G Jihlava, které také jako jediné explicitně zmiňuje historii PTP [40]. Co se týče učení vybraných prvků tak 2 ŠVP píšou, na které d-prvky by se měli žáci zaměřit, a to ŠVP G Slovanské [41] a ŠVP G První české gymnázium [37]. ŠVP G Mikulášské nám. toto zaměření uvádí dokonce u všech bloků PTP [39]. Považujeme za nedostatek, že žádné z ŠVP se nezmiňuje o dalších trendech. ŠVP G Nad Štolou [42] a ŠVP G Mozartova [43] mají tato témata popsane velmi stroze a výuka je v rukou konkrétního pedagoga.

3.2 Verze pracovního listu s lektorem

Tato kapitola pojednává o úlohách v pracovním listu určeném pro exkurzi u PTP s lektorem, změnách oproti původní verzi, cílech a řešení jednotlivých úloh.

3.2.1 Cíle a řešení ZŠ verze

V kapitole se zaměříme na pracovní list pro ZŠ k exkurzi s lektorem (viz přílohy č. 10 a č. 11).

- 1. Kdo a ve kterém století zformuloval periodický zákon? Napište vlastními slovy, co tento zákon říká.**

Cíle: Žák napíše století, ve kterém se periodický zákon formuloval, jméno objevitele periodického zákona a vyjádří vlastními slovy periodický zákon.

Řešení: Dmitrij Ivanovič Mendělejev, 19. století. Fyzikální a chemické vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel.

2. Napište barvu a skupenství chloru, bromu a jodu.

Cíle: Žák s pomocí expozice lokalizuje vybrané prvky, přiřadí název ke značce a popíše jejich barvu a napíše jejich skupenství.

Řešení: Chlor – Cl, plyn, zelenožlutý; Brom – Br, kapalina, červenohnědá; Jod – I, pevná látka, krystalky černé, páry fialové

3. Vypiš značky a názvy alespoň 3 prvků v tabulce, které nejsou fyzicky vystavené. Z jakého důvodu nejsou vystavené?

Cíle: Žák vybere alespoň 3 prvky, které nejsou vystavené. Žák objasní, proč tyto prvky v expozici nenalezneme.

Řešení: Dvě možná řešení – 1) radioaktivní (Tc, Pm, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og); 2) velice reaktivní (F)

4. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v elementárním (nesloučeném) stavu?

- a) sodík, měď, železo, stříbro
- b) zlato, uhlík, kyslík, síra
- c) uran, chlor, draslík, vodík
- d) fosfor, vápník, hořčík, fluor

Cíle: Žák vybere prvky, které se v přírodě nacházejí v nesloučeném stavu. Žák aplikuje znalost o reaktivitě prvků vzhledem k postavení v tabulce.

Řešení: b)

5. Přiřaďte symbol k významu pro živé organismy:

Δ																	
	•											△	△	△	△	△	
Δ	Δ											•	△	△	△		
Δ	Δ			△	△	△	△	△	•	△	△		△	•	△	△	
△	△				△	•					•				•	△	
•	•										•	•	•	•	•	•	•
•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•										
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

a) Spojte značku vlevo s vlastností vpravo:

- makrobiogenní (důležité, větší množství)
- △ toxické (jedovaté)
- Δ mikrobiogenní (důležité, menší množství)

b) Vypište ke každé kategorii, alespoň 2 příklady prvků, napište značku a název.

Cíle: Žák s pomocí expozice určí, které značky reprezentují, kterou vlastnost. Žák vybere alespoň 2 prvky ke každé vlastnosti, žák napíše značku a název těchto dvou prvků.

Řešení: a) • – toxické, △ – mikrobiogenní, Δ – makrobiogenní b) toxické – Be, Al, Ni, As, Tc, Cd, Te, Cs, Ba, Pm, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og; mikrobiogenní – B, F, Si, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ge, Se, Br, Rb, Sr, Mo, I; makrobiogenní – H, C, N, O, Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca

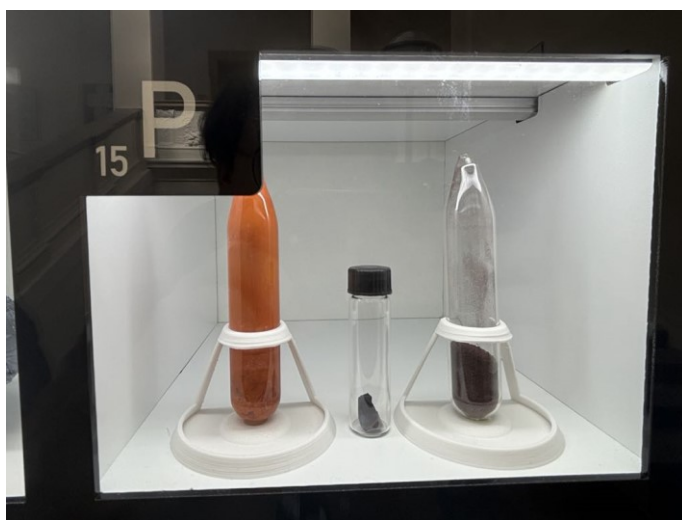
6. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kov/nekov
síra			
rtuť			
kyslík			
fosfor			
stříbro			

Cíle: Žák s pomocí expozice lokalizuje vybrané prvky a popíše vybrané vlastnosti.

Řešení:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kov/nekov
síra	Žlutá	Pevné	Nekov
rtuť	Stříbrná	Kapalné	Kov
kyslík	Bezbarvá	Plynné	Nekov
fosfor	Černá, fialová, červená, bílá (viz Obrázek 9)	Pevné	Nekov
stříbro	Stříbrná	Pevné	Kov



Obrázek 9: Fosfor na PřF UK zleva – červený/bílý, černý, fialový, vlastní zpracování

7. Podle popisu vzorku napište, o který prvek se jedná:

- a) Velmi lehký stříbřitě lesklý kov, uchovávaný v zatavených skleněných ampulích, využívající se v akumulátorech (nabíjecích bateriích).

- b) Drahý kov žluté barvy, který se používá ve šperkařství nebo v potravinářském průmyslu či elektrotechnickém průmyslu, protože velmi dobře vede elektřinu.

- c) Nejrozšířeněji používaný stříbřitě modrošedý prvek, který není ani kov, ani nekov a je součástí mikročipů v telefonech. Využívá se k výrobě polovodičů.

- d) Nekov, jedna z jeho modifikací je černá a křehká, další modifikace se používá ve šperkařství nebo například na řezání skla a je nejtvrdějším nerostem na Zemi.

Cíle: Žák přiřadí prvek k popisu vzhledu a využití.

Řešení: a) lithium b) zlato c) křemík d) uhlík

8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

- a) jsou při běžné pokojové teplotě (kolem 20 °C) kapalné

- b) jsou plynného skupenství

- c) jsou plynného skupenství a jsou důležité ve velkém množství (makrobiogenní) pro živé organismy

d) jsou kovy

Cíle: Žák vybere s pomocí interaktivní expozice alespoň dva prvky, které splňují dané podmínky.

Řešení: a) Hg, Br b) H, He, N, O, F, Ne, Cl, Ar, Kr, Xe, Rn c) H, N, O, Cl
d) Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, At, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn

9. Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), kolik jich znali při bitvě na Bílé Hoře (1620 n.l.) a kolik prvků známe dnes?

Cíle: Žák s pomocí expozice najde prvky, které lidstvo znalo v různých etapách, popřípadě napíše jejich počet. Žák napíše názvy prvků a jejich značky.

Řešení: 3500 př.n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn; 1620 n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn + S, As, Sb, Bi, Zn (13 prvků); dnes – 118 prvků

10. Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a které prvky by byly kapalné na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C). Pro jednoduchost předpokládejme, že tlak je stejný jako na Zemi. Náповěda – zapněte si na tabulce záložku skupenství.

Cíle: Žák s pomocí interaktivní expozice vybere prvky, které mají při dané teplotě kapalné skupenství. Žák napíše názvy prvků a jejich značky.

Řešení: Venuše – Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Zn, Cd, Ga, In, Tl, Sn, Pb, Bi, Se, Te, Po;
Mars – Cl, Rn

3.2.2 Cíle a řešení verze SŠ

V kapitole se zaměříme na pracovní list pro SŠ k exkurzi s lektorem (viz příloha č. 12 a č. 13).

1. Kdo a ve kterém roce zformuloval periodický zákon? Napište vlastními slovy, co tento zákon říká.

Cíle: Žák napíše rok, ve kterém se periodický zákon formuloval, jméno objevitele periodického zákona a vyjádří vlastními slovy periodický zákon.

Řešení: Dmitrij Ivanovič Mendělejev, 1869. Fyzikální a chemické vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel.

2. Napište barvu a skupenství halogenů, které jsou vystavené.

Cíle: Žák s pomocí expozice lokalizuje vystavené halogeny, přiřadí název ke značce, popíše jejich barvu a skupenství.

Řešení: Chlor – Cl, plyn, zelenožlutý; Brom – Br, kapalina, červenohnědá; Jod – I, pevná látka, krystalky černé, páry fialové

3. Vypiš značky a názvy alespoň 3 prvků v tabulce, které nejsou fyzicky vystavené. Z jakého důvodu nejsou vystavené?

Cíle: Žák vybere alespoň 3 prvky, které nejsou vystavené. Žák objasní, proč tyto prvky v expozici nenalezneme.

Řešení: Dvě možná řešení – 1) radioaktivní (Tc, Pm, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og); 2) velice reaktivní (F)

4. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v elementárním (nesloučeném) stavu?

- sodík, měď, zlato, stříbro
- platina, uhlík, kyslík, síra
- uran, jod, draslík, vodík
- argon, radon, helium, fluor

Cíle: Žák vybere prvky, které se v přírodě nacházejí v nesloučeném stavu. Žák aplikuje znalost o reaktivitě prvků vzhledem k postavení v tabulce a v souvislosti s elektronegativitou.

Řešení: b)

5. Přiřad'te symbol k významu pro živé organismy:

Δ																		
	•											△	△	△	△	△		
Δ	Δ											•	△	△	△	△		
Δ	Δ			△	△	△	△	△	•	△	△		△	•	△	△		
△	△				△	•					•				•	△		
•	•										•	•	•	•	•	•	•	•
•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•										
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

a) Spojte značku s vlastností:

- makrobiogenní
- △ toxické
- Δ mikrobiogenní

b) Vypište ke každé kategorii, alespoň 2 příklady prvků, napište značku a název.

Cíle: Žák s pomocí expozice určí, které značky reprezentují, kterou vlastnost. Žák vybere alespoň 2 prvky ke každé vlastnosti, žák napíše značku a název těchto dvou prvků.

Řešení: a) • – toxické, △ – mikrobiogenní, Δ – makrobiogenní b) toxické – Be, Al, Ni, As, Tc, Cd, Te, Cs, Ba, Pm, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og; mikrobiogenní – B, F, Si, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ge, Se, Br, Rb, Sr, Mo, I; makrobiogenní – H, C, N, O, Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca

6. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kovový charakter
měď			
gallium			
helium			
fosfor			
arsen			

Cíle: Žák s pomocí expozice lokalizuje vybrané prvky a popíše vybrané vlastnosti.

Řešení:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kovový charakter
měď	Červená	Pevné	Nekov
gallium	Stříbrná	Pevné	Kov
helium	Bezbarvá	Plynné	Nekov
fosfor	Černá, fialová, červená, bílá (viz Obrázek 9)	Pevné	Nekov
arsen	Šedá	Pevné	Polokov

7. Podle popisu vzorku napište, o který prvek se jedná:

- Velmi lehký stříbřitě lesklý kov, uchovávaný v zatavených skleněných ampulích, využívající se v akumulátorech.
- Drahý kov žluté barvy, který se používá ve šperkařství nebo v potravinářském průmyslu či elektrotechnickém průmyslu, protože velmi dobře vede elektřinu.

- c) Nejrozšířeněji používaný stříbřitě modrošedý polokov, který je součástí mikročipů a využívá se k výrobě polovodičů.
- d) Některá, jedna z jeho modifikací je černá a křehká, další modifikace se používá ve šperkařství nebo například na řezání skla a je nejtvrdějším nerostem na Zemi.
- e) Šedý až stříbřitý kov s nejvyšší teplotou tání, vysokou hustotou, který se nachází ve starších typech žárovek s žhavicím vláknem.

Cíle: Žák přiřadí prvek k popisu vzhledu a využití.

Řešení: a) lithium b) zlato c) křemík d) uhlík e) wolfram

8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

- a) jsou při běžné pokojové teplotě (kolem 20 °C) kapalné.
- b) jsou plynného skupenství a makrobiogenní.
- c) jsou kovy s vysokou hustotou.

Cíle: Žák vybere s pomocí expozice alespoň dva prvky, které splňují dané podmínky.

Řešení: a) Hg, Br c) H, N, O, Cl d) Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, U, Np, Pu

9. Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), kolik jich znali při bitvě na Bílé Hoře (1620 n.l.) a kolik prvků známe dnes?

Cíle: Žák s pomocí expozice najde prvky, které lidstvo znalo v různých etapách, popřípadě napíše jejich počet. Žák napíše prvky a jejich značky.

Řešení: 3500 př.n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn; 1620 n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn + S, As, Sb, Bi, Zn (13 prvků); dnes – 118 prvků

10. Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a které prvky by byly kapalné na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C). Pro jednoduchost předpokládejme, že tlak je stejný jako na Zemi. Náповěda – zapněte si na tabulce záložku skupenství.

Cíle: Žák s pomocí interaktivní expozice vybere prvky, které mají při dané teplotě kapalné skupenství. Žák napíše názvy a značky prvků.

Řešení: Venuše – Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Zn, Cd, Ga, In, Tl, Sn, Pb, Bi, Se, Te, Po; Mars – Cl, Rn

3.2.3 Diskuze o vynechaných a nových úlohách

Nejdříve se zaměříme na úlohy, které jsme vynechali. Následně se podíváme na úlohy, které jsme přidali nově.

Po zpětné vazbě z diplomového semináře jsme se rozhodli vytvořit místo verzí do školy a k exkurzi verze k exkurzi s lektorem a bez lektora. Zároveň verzi s lektorem jsme rozdělili na dvě části, úlohy 1–7, které jsou kratší a dají se vyřešit bez nutnosti dlouhé manipulace s tabulkou a následně úlohy 8–10, které vyžadují více času.

Z polostrukturovaných rozhovorů a z vyplnění pracovních listů žáky nám vyšlo, že úlohy jsou časově náročné. Z tohoto důvodu jsme nezakomponovali úlohu č. 2 (křížovka) z původního pracovního listu (viz příloha č. 1, č. 3), který vznikl v rámci bakalářské práce. V jednom polostrukturovaném rozhovoru bylo přímo řečeno, že: „*křížovka je časově velice náročná*“. Zároveň na diplomovém semináři bylo této úloze vyčítáno, že je příliš faktografická a žáci při ní nepracují s tabulkou, to byl další důvod pro její vyřazení.

Úlohu č. 1 v obou verzích jsme vynechali, protože byla opět spíše faktografická. Zároveň dvě vyučující zmínily, že historii tabulky na SŠ neprobírají v takovém rozsahu, a proto pro ně tato úloha není důležitá.

Úlohu č. 3 jsme předělali do více interaktivní formy (práce s interaktivní expozicí PTP), které odpovídají úlohy č. 10 v posledních verzích pracovního listu

(viz přílohy č. 10 a č. 12), což byla jedna z připomínek z diplomového semináře i v odpovědích z dotazníku zasláného 3 vyučujícím.

Úlohu č. 4 jsme v obou verzích ponechali, neboť je rychlá žáci ji mohou vyplnit rovnou při výkladu.

Úlohu č. 5 jsme vynechali opět z důvodu spíše faktografické znalosti.

Úlohu č. 6 ze SŠ verze jsme nezahrnuli, neboť z diplomového semináře i zpětné vazby od učitelů vyplynulo, že tyto úlohy nevyužívají interaktivitu tabulky tak, jak by mohly a bylo nám řečeno, abychom se zaměřili spíše na to, co žáci mohou pozorovat okem.

Z obdobných důvodů pak byly vyřazeny i všechny ostatní úlohy, které jsou spíše úlohy na práci s internetem, i přes to, že se tyto údaje dají najít i v expozici.

U všech úloh v konečné verzi pracovního listu s lektorem platí, že jsme se snažili, aby jejich řešení byly spíše rychlé. Všechny nejednoznačnosti, jako například význam pro organismy, kdy chlor je označen jako makrobiogenní, ale zároveň je pro člověka toxický v elementárním stavu, jsou vysvětleny během výkladu lektora, a proto jsme je do pracovního listu nezahrnuli.

Pracovní list by měl být i jakýmsi záznamem o průběhu exkurze, a proto jsme zařadili úlohu č. 1. Zároveň učebnice i ŠVP se zmiňují o periodickém zákonu a učebnice i o jménu D. I. Mendělejev.

Úlohu č. 2 jsme zařadili, aby si žáci povšimli, že i prvky stejné skupiny mohou být velmi různorodé. Halogeny se liší svým skupenstvím a barvami. Zároveň se na této úloze v SŠ verzi ukazuje, že některé skupiny mají svůj speciální název.

V úloze č. 3 chceme, aby si žáci uvědomili, proč jsou na některých místech fotky s osobami na místo samotného prvku. Tedy narazit na pojem radioaktivity, který se objevuje v ŠVP a RVP.[15] Je zde však jeden prvek, který není vystaven z jiného důvodu a to fluor.

Úlohu č. 4 jsme ponechali z původních verzí pracovního listu, zde je rozlišená obtížnost pro ZŠ a SŠ podle prvků, o kterých se učí na ZŠ a SŠ škole (viz kapitola 2.3 Periodická tabulka prvků v učebnicích chemie).

Úlohu č. 5 jsme zařadili, aby si žáci vyzkoušeli najít nějakou vlastnost prvků v interaktivní tabulce a zároveň, aby si uvědomili, které prvky v těle najdeme a které jsou pro tělo toxické. Lektor vždy upozorňuje, že záleží na formě, ve které se prvek vyskytuje a že neoznačené prvky tělu neškodí, ani nepomáhají, a proto se využívají v lékařství např. Ti. Zároveň lektor zdůrazňuje rozdíl mezi prvkem a sloučeninou.

Úloha č. 6 se zaměřuje na propojení vzhledu prvků, které se učí na jednotlivých stupních, a jejich vlastností.

Úloha č. 7 je spojena s částí exkurze, kde žáci dostávají vzorky prvků do ruky a následně se probírají vlastnosti a využití těchto prvků. V této úloze je ve SŠ verzi jeden prvek navíc, jinak se liší pouze různě náročným popisem prvků, např. v SŠ verzi je použit pojem polokov, který v ZŠ verzi chybí.

Úlohy č. 8 – č. 10 vyžadují již více času a jsou v pracovním listu zahrnuty pro případ, že vyučující s žáky nikam nespěchá. Zároveň žákům umožňují důkladněji procvičit práci s interaktivní expozicí PTP. Tyto úlohy lze také vyřešit online s pomocí stránky www.chemickeprvky.cz.

Úloha č. 8 je zaměřená na práci s tabulkou a jednotlivými prvky, je třeba, aby žáci věděli, kde najdou kovy, plyny, kde si mohou nastavit na tabulce různé trendy a jakým způsobem se trendy v tabulce mění.

Úlohy č. 9 a č. 10 jsou úlohy, u kterých jsme chtěli, aby si žáci vyzkoušeli práci s tabulkou a zároveň, abychom chemii propojili s dalšími vědními obory jako například dějepis či fyzika.

Hlavní rozdíl mezi ZŠ a SŠ verzí je ve výběru různých zástupců prvků či jiných vlastností, tedy v hloubce a rozsahu. Cíle rozvíjené oběma verzemi pracovních listů jsou stejné. Kognitivní cíle, které rozvíjí tyto úlohy jsou hlavně z 1. a 2. kategorie Revidované Bloomovy taxonomie, tedy znalost a porozumění, minimum úloh se zaměřuje na aplikaci (např. úloha č. 4).

Tím, že žákům ukážeme prvky, dáme jim je do ruky a vysvětlíme k čemu se prvky využívají, se snažím dosahovat afektivních cílů, jako zlepšení vztahu žáků k chemii

a chemickým látkám, lepší pochopení významu chemie pro běžný život, postoj k praktickému využití chemie a postoj k zaměstnáním spojených s chemií.

3.3 Verze pracovního listu k exkurzi bez lektora

Tato kapitola se zabývá cíli, řešením a diskuzí k pracovním listům pro exkurzi bez lektora, u některých úloh je řešení doplněno komentářem pro vyučující. Kapitola vysvětluje zařazení úloh a jejich obměny oproti verzi s lektorem.

Pracovní list by měl do jisté míry nahradit výklad lektora, ale samozřejmě se výklad nedá shrnout do dvou A4, proto u úloh máme poznámky učitelům, které by měly pomoci učitelům o přiblížení podstaty žákům. Odpovědi na otázky seznamují žáky s nejdůležitějšími aspekty interaktivní výstavy a zároveň s významem a principy fungování PTP.

3.3.1 Cíle a řešení verze ZŠ

V kapitole shrneme cíle jednotlivých úloh a napíšeme jejich řešení, popřípadě poznámky učitelům pro verzi ZŠ bez lektora (viz přílohy č. 14 a č. 15).

- 1. Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), kolik jich lidstvo znalo při bitvě na Bílé Hoře (1620 n.l.) a kolik prvků známe dnes? Proč znali v období starověké Mezopotámie právě tyto prvky?**

Cíle: Žák s pomocí expozice najde prvky, které lidstvo znalo v různých etapách, popřípadě napíše jejich počet. Žák napíše prvky a jejich značky. Žák vysvětlí, proč v Mezopotámii znali dané prvky.

Řešení: 3500 př.n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn; 1620 n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn + S, As, Sb, Bi, Zn (13 prvků); dnes – 118 prvků. V Mezopotámii znali tyto prvky, protože se v přírodě vyskytují v elementárním (nesloučeném) stavu.

Poznámka pro učitele: Při procházení řešení s žáky je třeba upozornit na různé možnosti výskytu prvků v přírodě. Prvky vyskytující se v přírodě v elementárním stavu (kromě plynů), byly objeveny mezi prvními, prvky ve sloučeninách různými metodami viz dále úloha č.5.

- 2. S pomocí internetu nebo vyučujícího napište kdo, a ve kterém století zformuloval periodický zákon? Napište vlastními slovy, co říká. Nápověda: Je po něm pojmenován prvek s protonovým číslem 101.**

Cíle: Žák s pomocí internetu či vyučujícího napíše, kdo a ve kterém století zformulovat periodický zákon. Žák svými slovy popíše jeho význam.

Řešení: Dmitrij Ivanovič Mendělejev, 19. století. Fyzikální a chemické vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel.

- 3. Periodický zákon říká, že prvky ve stejných skupinách mají podobné fyzikální a chemické vlastnosti. Napište ke každému prvku druhý, u kterého očekáváte podobné fyzikální a chemické vlastnosti.**

a) Na

b) Ca

c) C

Cíle: Žák aplikuje znalost periodického zákona na výběr druhého prvku z dvojice s podobnými fyzikálními a chemickými vlastnostmi a vybírají prvky ze stejné skupiny

Řešení: Na – Li, K, Rb, Cs, Fr; Ca – Be, Mg, Sr, Ba, Ra; C – Si, Ge, Sn, Pb

Poznámka pro učitelé: U tohoto cvičení si můžete vymyslet i další prvky, ke kterým budou žáci hledat partnera.

- 4. Některé prvky v tabulce nejsou vystavené, napište značku a název alespoň 3 a vysvětlete, proč vystavené nejsou.**

Cíle: Žák vybere alespoň 3 prvky, které nejsou vystavené. Žák objasní, proč tyto prvky v expozici nenalezneme.

Řešení: Dvě možná řešení – 1) radioaktivní (Tc, Pm, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og); 2) velice reaktivní (F)

Poznámka pro učitele: Pokud si žáci nevšimnou fluoru, doporučujeme na jeho velkou reaktivitu upozornit. Návodnou otázkou může být: Najděte prvek, který nemá vystavený vzorek, ale zároveň nesvítí spolu s radioaktivními.

5. Zapněte si na tabulce trend elektronegativity:

- a) Určete, která barva značí nejnižší a která nejvyšší elektronegativitu.

- b) Napište dva prvky s nízkou a dva prvky s vysokou elektronegativitou.

- c) Jak se mění elektronegativita v tabulce? Popište vlastními slovy.

- d) Určete, jak se v PTP mění hustota.

Cíle: Žák s pomocí interaktivní tabulky vybere dva prvky s nízkou a dva prvky s vysokou elektronegativitou. Žák přiřadí barvy různým hodnotám elektronegativity. Žák vysvětlí, jak se mění elektronegativita v tabulce. Žák aplikuje stejný postup pro odvození změny v tabulce u jiného trendu.

Řešení: a) nejnižší je modrá, nejvyšší je červená
b) nízká – Fr, Cs, Rb, K, Na, Li, Ra, Ba, Sr, Ca; vysoká – N, O, F, Cl
c) elektronegativita klesá v periodě a klesá ve skupině

Poznámka pro učitele: Úlohu můžete opět modifikovat podle trendů, které učíte vy.

6. Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a které prvky by byly kapalné na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C)? Pro jednoduchost, tlak předpokládáme, že je stejný jako na Zemi. Náповěda – zapněte si na tabulce záložku skupenství.

Cíle: Žák s pomocí interaktivní expozice vybere prvky, které mají při dané teplotě kapalné skupenství. Žák napíše prvky a jejich značky.

Řešení: Venuše – Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Zn, Cd, Ga, In, Tl, Sn, Pb, Bi, Se, Te, Po;
Mars – Cl, Rn

Poznámka pro učitele: Pokud tuto úlohu budete chtít modifikovat na planetu Zemi např. Antarktida, Španělsko, Česko, pak je třeba využít webové stránky www.chemickeprvky.cz. V současné verzi není software a display uzpůsoben, aby tyto rozdíly byla interaktivní tabulka schopná ukázat.

7. Přiřadte symbol k významu pro živé organismy:

Δ																			
	•											△	△	△	△	△			
Δ	Δ											•	△	△	△	△			
Δ	Δ			△	△	△	△	△	•	△	△		△	•	△	△			
△	△				△	•					•				•	△			
•	•										•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•										
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

- a) Spojte značku vlevo s vlastností vpravo:
- makrobiogenní (důležité, větší množství)
 - △ toxické (jedovaté)
 - Δ mikrobiogenní (důležité, menší množství)
- b) Vypište ke každé kategorii alespoň 2 příklady prvků, napište značku i název.
- c) Co můžeme říci o prvcích, které nejsou označené-nesvítlí (např. Au – zlato)?
- d) Toto rozdělení však není jednoznačné, například chlor je prvek obsažen v lidském těle, ale během první světové války se používal jako bojový plyn.
- i. Určete alespoň další dva prvky, které spadají do více kategorií.

ii. Zkuste vysvětlit, čím je tato nejednoznačnost způsobená.

Cíle: Žák s pomocí expozice určí, které značky reprezentují, kterou vlastnost. Žák vybere alespoň 2 prvky ke každé vlastnosti, žák napíše značku a název těchto dvou prvků. Žák odhadne, jaký vztah k živým organismům, mají neoznačené prvky. Žák navrhne alespoň dva prvky, které mohou spadat do více kategorií. Žák navrhne hypotézu, čím to může být způsobeno.

Řešení: a) • – toxické, \square – mikrobiogenní, Δ – makrobiogenní b) toxické – Be, Al, Ni, As, Tc, Cd, Te, Cs, Ba, Pm, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og; mikrobiogenní – B, F, Si, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ge, Se, Br, Rb, Sr, Mo, I; makrobiogenní – H, C, N, O, Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca c) neoznačené prvky tělu neprospívají ani neubližují d) i) Br, I, Co, C ii) Záleží zdali jsou prvky vázané ve sloučenině a jaké nebo zda jsou v elementárním stavu, zároveň také na dávce prvku.

Poznámka pro učitele: Zde je velmi důležité zmínit rozdíl mezi prvkem vázaným ve sloučenině a prvkem v nesloučeném stavu, také upozornit na koncentraci prvku (např. Se je ve vyšších koncentracích toxický). Rozdělení kategorií biogenních prvků je ještě složitější. V našem případě jsme sloučili kategorie makro a oligobiogenní a kategorie mikrobiogenní a stopové prvky. Pokud by měli žáci problém přijít s hypotézou, můžete je nasměrovat otázkami typu: V jaké formě máme v těle železo a v jaké ho najdeme doma apod. Nebo se můžete odkázat na otázku č. 1.

8. Napište názvy a značky alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

- a) jsou při běžné pokojové teplotě (kolem 20 °C) kapalné.
- b) jsou plynného skupenství a důležité ve větším množství (makrobiogenní) pro živé organismy.
- c) jsou kovy.

Cíle: Žák vybere s pomocí expozice alespoň dva prvky, které splňují dané podmínky.

Řešení: a) Hg, Br b) H, He, N, O, F, Ne, Cl, Ar, Kr, Xe, Rn c) H, N, O, Cl
d) Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, At, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn

Poznámka pro učitele: Opět se dá modifikovat pro různé vlastnosti.

9. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kov/nekov
síra			
rtuť			
kyslík			
fosfor			
stříbro			

Cíle: Žák s pomocí expozice lokalizuje vybrané prvky a popíše vybrané vlastnosti.

Řešení:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kov/nekov
síra	Žlutá	Pevné	Nekov
rtuť	Stříbrná	Kapalné	Kov
kyslík	Bezbarvá	Plynné	Nekov
fosfor	Černá, fialová, červená, bílá (viz Obrázek 9)	Pevné	Nekov
stříbro	Stříbrná	Pevné	Kov

Poznámka pro učitele: U fosforu v první ampuli zleva byl původně bílý fosfor, který se však časem přeměnil na červenou modifikaci (působením světla a tepla).

10. Některé prvky v tabulce jsou před korozi chráněny v ampulích (např. praseodym – prvek s protonovým číslem 59), naopak jiné prvky chráněné nejsou a reagují se vzdušným kyslíkem (např. chrom, titan) a vytvářejí ochrannou vrstvu před dalšími reakcemi (tomuto procesu se říká pasivace).

- a) Hliník je lesklý kov bělavě šedé barvy, jaký rozdíl pozorujete mezi vzorky hliníku ve vitríně? Který vzorek je pasivovaný (na povrchu zoxidovaný) a který není? K čemu je pasivace dobrá?

Cíle: Žák na základě pozorování určí rozdíl mezi pasivovaným a nepasivovaným hliníkem a přiřadí vzorek. Žák vysvětlí praktický význam pasivace.

Řešení: Vzorek mimo ampuli nemá kovový lesk, protože je pasivovaný. Vzorek v ampuli je kovově lesklý (viz Obrázek 10). Pasivace chrání hliník před další korozi na vzduchu a pasivovaný hliník je tak velmi odolný vůči korozi. V praxi se pasivace využívá v procesu eloxace – elektrochemická tvorba rovnoměrné kompaktní vrstvy oxidu na povrchu.

Poznámka pro učitele: Úlohu je vhodné doplnit krátkým okomentováním. Koroze je proces, při kterém se kov oxiduje. Pasivací se prvky chrání před úplnou oxidací, ale pasivovat se umí jen některé kovy (např. Fe to neumí, zatímco Ni, Zn, Cr, Al ano). Tento proces se využívá právě při antikorozi úpravě železa, kdy se železo pokrývá jiným kovem, který se pasivovat umí.



Obrázek 10: Hliník na PřF UK, vlevo pasivovaný, vpravo nepasivovaný, foto autor

3.3.2 Cíle a řešení verze SŠ

Tato kapitola se zaměří na SŠ verzi pracovního listu k exkurzi bez lektora (viz přílohy č. 16 a č. 17), konkrétně na cíle úloh, řešení a případné poznámky pro učitele.

- 1. Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), kolik jich lidstvo znalo při bitvě na Bílé Hoře (1620 n.l.) a kolik prvků známe dnes? Proč znali v období starověké Mezopotámie právě tyto prvky?**

Cíle: Žák s pomocí expozice najde prvky, které lidstvo znalo v různých etapách, popřípadě napíše jejich počet. Žák napíše prvky a jejich značky. Žák vysvětlí, proč v Mezopotámii znali dané prvky.

Řešení: 3500 př.n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn; 1620 n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn + S, As, Sb, Bi, Zn (13 prvků); dnes – 118 prvků. V Mezopotámii znali tyto prvky, protože se v přírodě vyskytují v elementárním (nesloučeném) stavu.

Poznámka pro učitele: Při procházení řešení s žáky je třeba upozornit na různé možnosti výskytu prvků v přírodě. Prvky v elementárním stavu, ne však plyny, se objevovaly přirozeně, prvky ve sloučeninách různými metodami viz dále úloha č.5.

2. S pomocí internetu nebo vyučujícího napište kdo a ve kterém roce zformuloval periodický zákon? Napište vlastními slovy, co říká.

Cíle: Žák s pomocí internetu či vyučujícího napíše, kdo a ve kterém století zformulovat periodický zákon. Žák svými slovy popíše jeho význam.

Řešení: Dmitrij Ivanovič Mendělejev, 1869. Fyzikální a chemické vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel.

3. Na základě znalosti periodického zákona napište alespoň 3 dvojice prvků, u kterých očekáváte, že mají podobné fyzikální a chemické vlastnosti.

Cíle: Žák aplikuje periodický zákon na výběr dvou prvků s podobnými chemickými a fyzikálními vlastnostmi.

Řešení: např. Na – K, K – Rb, Ca – Mg, P – As, S – Se, C – Si, Si – Ge, Al – Ga, Cl – Br

Poznámka pro učitele: Pokud chcete, aby žáci mířili ke konkrétním dvojicím, můžete jeden prvek z dvojice prozradit a jejich úkolem bude pouze doplnit dvojici.

4. Některé prvky v tabulce nejsou vystavené, napište značku a název alespoň 3 a vysvětlete, proč vystavené nejsou.

Cíle: Žák vybere alespoň 3 prvky, které nejsou vystavené. Žák objasní, proč tyto prvky v expozici nenalezneme.

Řešení: Dvě možná řešení – 1) radioaktivní (Tc, Pm, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og); 2) velice reaktivní (F)

Poznámka pro učitele: Pokud si žáci nevšimnou fluoru, doporučujeme na jeho velkou reaktivnost upozornit.

5. Zapněte si na tabulce trend elektronegativity:

- a) Určete, která barva značí nejnižší a která nejvyšší elektronegativitu.
- b) Napište dva prvky s nízkou a dva prvky s vysokou elektronegativitou. Ke každému prvku uveďte chemickou sloučeninu, ve které se vyskytuje.
- c) Slovy popište, jak se mění elektronegativita v tabulce.
- d) Obdobně určete barevný přechod a změnu v tabulce u jiného trendu například atomový poloměr, hustota nebo ionizační energie.

Cíle: Žák s pomocí interaktivní tabulky vybere dva prvky s nízkou a dva prvky s vysokou elektronegativitou. Žák přiřadí barvy různým hodnotám elektronegativity. Žák vysvětlí, jak se mění elektronegativita v tabulce. Žák aplikuje stejný postup pro odvození změny v tabulce u jiného trendu.

Řešení: a) nejnižší je modrá, nejvyšší je červená nízká – Fr, Cs, Rb, K, Na, Li, Ra, Ba, Sr, Ca; vysoká – N, O, F, Cl; sloučeniny – např. NaCl, KCl, CaO, CaF₂, NaNO₃, NO₂ c) elektronegativita klesá v periodě a klesá ve skupině s rostoucím protonovým číslem

Poznámka pro učitele: Úlohu můžete opět modifikovat podle vlastních potřeb, podle toho, které trendy učíte vy.

6. Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a které prvky by byly kapalné na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C)? Pro jednoduchost, tlak předpokládáme, že je stejný jako na Zemi.

Cíle: Žák s pomocí interaktivní expozice vybere prvky, které mají při dané teplotě kapalné skupenství. Žák napíše prvky a jejich značky.

Řešení: Venuše – Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Zn, Cd, Ga, In, Tl, Sn, Pb, Bi, Se, Te, Po;
Mars – Cl, Rn

Poznámka pro učitele: Pokud tuto úlohu budete chtít modifikovat na planetu Zemi např. Antarktida, Španělsko, Česko, pak je třeba využít webové stránky www.chemickeprvky.cz. V současné verzi není software a display uzpůsoben, aby tyto rozdíly byla interaktivní tabulka schopná ukázat.

7. Přiřaďte symbol k významu pro živé organismy:

Δ																		
	•										⊕	Δ	Δ	Δ	⊕			
Δ	Δ										•	⊕	Δ	Δ	Δ			
Δ	Δ			⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	•	⊕	⊕		⊕	•	⊕	⊕		
⊕	⊕				⊕	•					•				•	⊕		
•	•										•	•	•	•	•	•	•	•
•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•										
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

a. Spojte značku s vlastností:

- makrobiogenní
- ⊕ toxické
- Δ mikrobiogenní

b. Vypište ke každé kategorii, alespoň 2 příklady prvků, napište značku a název.

c. Co můžeme říci o prvcích, které nejsou označené (např. Au)?

d. Toto rozdělení však není jednoznačné, jedním z prvků, který spadá do více kategorií je chlor.

i. Určete alespoň tři prvky, které spadají do více kategorií.

ii. Zkuste vysvětlit, čím je tato nejednoznačnost způsobená.

Cíle: Žák s pomocí expozice určí, které značky reprezentují, kterou vlastnost. Žák vybere alespoň 2 prvky ke každé vlastnosti, žák napíše značku a název těchto dvou prvků. Žák odhadne, jaký vztah k živým organismům, mají neoznačené prvky. Žák navrhne alespoň dva prvky, které mohou spadat do více kategorií. Žák navrhne hypotézu, čím to může být způsobeno.

Řešení: a) • – toxické, \triangle – mikrobiogenní, Δ – makrobiogenní b) toxické – Be, Al, Ni, As, Tc, Cd, Te, Cs, Ba, Pm, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og; mikrobiogenní – B, F, Si, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ge, Se, Br, Rb, Sr, Mo, I; makrobiogenní – H, C, N, O, Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca c) neoznačené prvky tělu neprospívají ani neubližují d) i) Br, I, Co, C ii) Záleží zdali jsou prvky vázané ve sloučenině a jaké nebo zdali jsou v elementárním stavu, zároveň také na dávce prvku

Poznámka pro učitele: Zde je velmi důležité zmínit rozdíl mezi prvkem vázaným ve sloučenině a prvkem v nesloučeném stavu, také upozornit na množství prvku (např. Se je ve vyšších dávkách toxický). Rozdělení kategorií biogenních prvků je ještě složitější. V našem případě jsme sloučili kategorie makro a oligobiogenní a kategorie mikrobiogenní a stopové prvky. Pokud by měli žáci problém přijít s hypotézou, můžete je nasměrovat otázkami typu: V jaké formě máme v těle železo a v jaké ho najdeme doma apod. Nebo se můžete odkázat na otázku č. 1.

8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

a) jsou při běžné pokojové teplotě (kolem 20 °C) kapalné.

b) jsou plynného skupenství a makrobiogenní.

c) jsou kovy s vysokou hustotou.

Cíle: Žák vybere s pomocí expozice alespoň dva prvky, které splňují dané podmínky.

Řešení: a) Hg, Br c) H, N, O, Cl d) Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, U, Np, Pu

Poznámka pro učitele: Opět se dá modifikovat pro různé vlastnosti.

9. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kovový charakter
měď			
gallium			
helium			
fosfor			
křemík			

Cíle: Žák s pomocí expozice lokalizuje vybrané prvky a popíše vybrané vlastnosti.

Řešení:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kovový charakter
měď	Červená	Pevné	Nekov
gallium	Stříbrná	Pevné	Kov
helium	Bezbarvá	Plynné	Nekov
fosfor	Černá, fialová, červená, bílá (viz Obrázek 9)	Pevné	Nekov
křemík	Modrošedá	Pevné	Polokov

Poznámka pro učitele: U fosforu v první ampuli bývá bílý fosfor, který je však velmi reaktivní a samovolně se mění na fosfor červený.

10. Některé prvky v tabulce jsou před korozi chráněny v ampulích (např. praseodym – prvek s protonovým číslem 59), naopak jiné prvky chráněné nejsou, a tak se neubránily reakci se vzdušným kyslíkem – např. bismut, vanad:

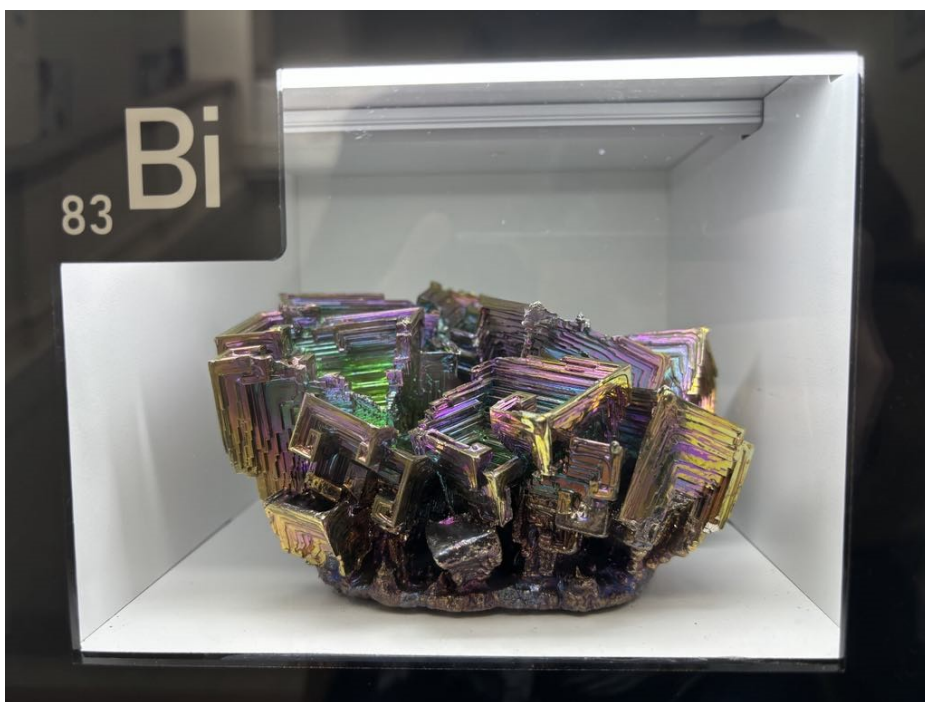
- a) Jak tento proces, tvorby ochranné vrstvy na povrchu kovu, nazýváme?
K čemu je tento proces dobrý?

b) Bismut je bílý kov, jaké barvy však pozorujte na jeho povrchu?

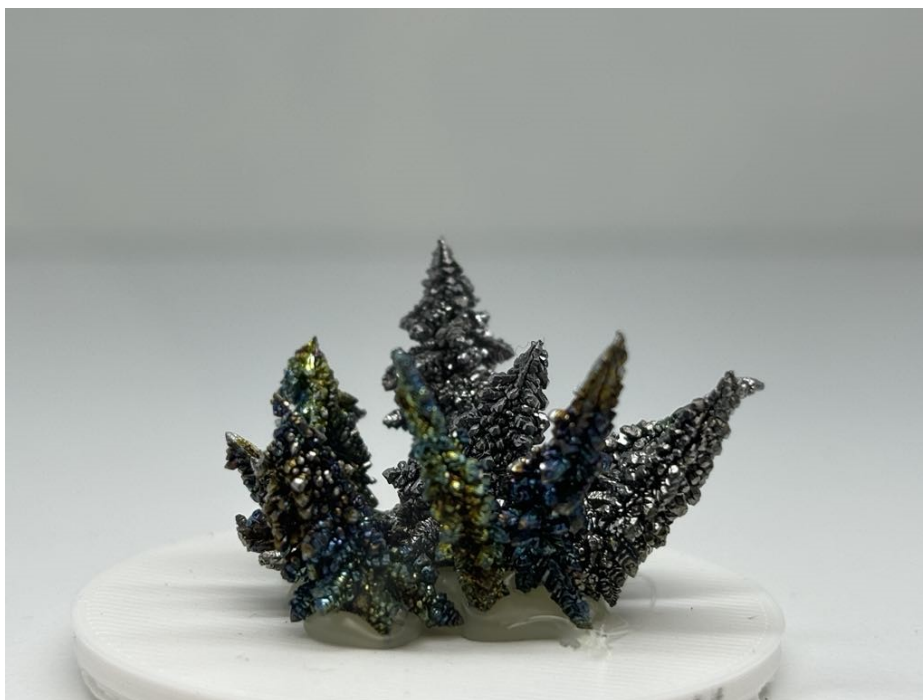
Cíle: Žák pojmenuje proces podle popisu. Žák vysvětlí praktický význam pasivace. Žák na základě pozorování určí barvy bismutu ve vitríně.

Řešení: a) pasivace, v praxi se pasivace využívá v procesu eloxace – elektrochemická tvorba rovnoměrné kompaktní vrstvy oxidu na povrchu a prvek je ochráněn před úplnou oxidací. b) všechny barvy, modrá, fialová, žlutá, zelená a další

Poznámka pro učitele: Úlohu je vhodné doplnit krátkým okomentováním. Koroze je proces, při kterém se prvek oxiduje úplně. Pasivací se prvky chrání před úplnou oxidací, ale pasivovat se neumí zdaleka všechny prvky (např. Fe to neumí, zatímco Ni, Zn, Cr, Al ano). Tento proces se využívá právě při antikorozi úpravě železa, kdy se železo musí pokrýt jiným kovem, který se pasivovat umí. Barvy, které pozorují žáci na bismutu či vanadu (viz Obrázek 11 a Obrázek 12), jsou takzvané náběhové barvy, které vznikají kvůli různým tloušťkám pasivované vrstvy na kovu, a tedy různě lámou světlo.



Obrázek 11: Bismut na PřF UK, foto autor



Obrázek 12: Vanad na PřF UK, foto autor

3.3.3 Diskuze o výběru úloh

V této kapitole rozebereme motivaci pro zařazení jednotlivých úloh do pracovního listu.

Tyto dvě verze pracovního listu by měly nějakým způsobem nahradit výklad lektora, proto jsou úlohy řazeny podle harmonogramu přednášky viz kapitola 2.6 Průběh exkurze a využití pracovních listů.

Délka pracovního listu jsou dvě strany formátu A4, tedy jeden list kancelářského papíru, pokud se bude tisknout oboustranně. Tento požadavek vzniknul z polostrukturovaných rozhovorů.

Úloha č. 1 a č. 2 jsou zaměřeny na historickou část exkurze. Jména vědců učitelé nikde v interaktivní expozici nenaleznou. Navíc učitelé v polostrukturovaném rozhovoru uvedli, že další jména než D. I. Mendělejeva neučí a také v učebnicích se nejčastěji objevuje jméno Mendělejeva a občas Meyera.

Úlohu č. 1 řadíme ze stejných důvodů, jako jsme řadili úlohu 9 v kapitole Diskuze o vynechaných a nových úlohách. Zároveň chceme, aby si žáci na této úloze uvědomili, že pro lidstvo bylo nejjednodušší objevit prvky, které se vyskytují

elementárně a lidé s nimi přišli do styku velice často a jsou po nich pojmenovány různé etapy dějin (doba železná, doba měděná).

Úlohy č. 2 – č. 6 jsou zaměřeny na periodický zákon, vzhled periodické tabulky (skupiny), aplikaci periodického zákona a trendy v tabulce. Vyučující SŠ v polostrukturovaných rozhovorech uvedli, že trendy učí skoro všechny (elektronegativita, teplota tání, hustota, atomový poloměr) a jsou za ně v pracovním listu rádi. Na diplomovém semináři a z dotazníku však vyplynulo, že by se pracovní list měl zaměřovat spíše na interaktivitu než na trendy. Proto jsme se snažili vytvořit kompromis. V těchto úlohách jsme se snažili, aby si děti vyzkoušeli trendy v interaktivní expozici zapnout, vizualizovat a z toho následně odvodit některé údaje.

V úloze č. 2 chceme, aby si děti zapsaly jméno D. I. Mendělejeva a znění periodického zákona, popřípadě nějaké jiné vyjádření vlastními slovy, neboť toto považujeme za základ při práci s tabulkou.

V úloze č. 3 navazujeme na úlohu č. 2 a snažíme se ukázat, alespoň částečnou aplikaci periodického zákona, která je často upozadřována.

Úloha č. 4 cílí na pojem radioaktivity a důvod, proč tyto prvky nejsou vystavené, navíc fluor je velmi reaktivní prvek, který je také prakticky nemožné vystavit.

Úlohy č. 5 a č. 6 mají naučit děti pracovat s interaktivní tabulkou a upozornit na zákonitosti v tabulce.

Úloha č. 7 také ukazuje jistou vlastnost v rámci tabulky, už se však nejedná o spojitý trend, ale tři diskrétní barvy. U této úlohy jsme zařadili také náročnější část, kde by měli žáci přijít na důvod, proč některé prvky mohou spadat do vícero kategorií. Tuto část jsme zařadili z důvodu doporučení na diplomovém semináři. Z dotazníku také vyplynulo, že bychom neměli používat pojmy jako extrémně důležité (makrobiogenní), protože například železo je velmi důležité pro lidský organismus, proto jsme pozměnili toto sousloví na důležité ve větším množství.

Úlohy č. 8 – č. 10 jsou opět na práci s tabulkou a pozorováním vzorků. Z diplomového semináře a dotazníku opět vyplynulo, že bychom se měli také zaměřit na tuto možnost. Možnost sledovat na vlastní oči prvky, ke kterým se jindy

nemusí žáci dostat. To je důvod, proč jsme tyto úlohy zařadili. Úloha č. 9 je zaměřená více na práci s tabulkou, úlohy č. 8 a č. 10 pak více na pozorování vzorků.

Úlohy 7 z verzí bez lektora (viz Příloha č. 10 a č. 11) jsme nezařadili, protože pokud přijdou žáci na exkurzi bez lektora, nedostanou prvky do ruky a nemají výklad o možném využití.

Skoro celý pracovní list se dá taky vyplnit pomocí www.chemickeprvky.cz, takže se dá rozdělit práce na skupinky, kdy jedna část vyhledává něco na mobilech, druhá na interaktivní tabuli a pak se skupinky prohodí.

Učitel/ka, který/á přijde s žáky k tabulce, musí však počítat s tím, že je třeba aktivní účast, při nejmenším na dovysvětlení určitých nejasností, které jsme uvedli v minulých kapitolách ve formě poznámek pro učitele.

Rozdíly mezi ZŠ a SŠ verzí opět nejsou ve stanovených cílech, ale hlavně v nápovědách v rámci zadání. U ZŠ verze jsme se snažili do zadání napsat více návodných informací, popř. jiných nápověd. U SŠ verze jsme u některých úloh chtěli více informací než v ZŠ verzi např. úloha č. 5 a). Verze se lišily také tím, které prvky byly vybrány podle rešerše učebnic a již zhotovených prací.

Z pohledu Bloomovy taxonomie jsou dosahovány hlavně kognitivní cíle z 2. a 3. kategorie (pochopit a aplikovat), samozřejmě je zde i dost úloh z 1. kategorie (zapamatovat), avšak jsou zde dvě úlohy (úloha č. 1 a č. 7), které rozvíjí vyšší kognitivní cíle z 4. a 6. kategorie (analyzovat a tvořit). Kompetence, které úlohy rozvíjí jsou hlavně kompetence k řešení problémů, nicméně rozvíjí i kompetenci komunikativní (když si neví rady, musí se někoho zeptat a zhotovit dotaz) a kompetenci sociální a personální (žák jde na exkurzi se spolužáky, se kterými může diskutovat nad možnými odpověďmi, zároveň často budou pracovat ve skupině).

4 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo upravit původní verze pracovního listu a vytvořit nové verze pro exkurzi u expozice Periodická tabulka prvků na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy (dvě verze s lektorem a dvě bez lektora tak, aby úlohy byly více zaměřené na interaktivitu expozice). Zpětnou vazbu jsme získali ze dvou polostrukturovaných rozhovorů, diplomového semináře, třech vyplněných pracovních listů žáky a třech dotazníkových šetření.

Dvě upravené verze jsou verze pro exkurzi s lektorem, dvě nové verze jsou verze pro exkurzi bez lektora. Úlohy byly upraveny a vytvořeny v návaznosti na řešerši kurikulárních dokumentů a učebnic pro základní školy a gymnázia. Všechny úlohy reflektují samotnou exkurzi. Verze pracovního listu pro exkurzi s lektorem obsahují 7 rychlejších úloh, které mohou žáci vyplňovat během samotného výkladu a v závěru 3 časově náročnější, u kterých si sami mohou vyzkoušet práci s tabulkou. Verze pracovního listu pro exkurzi bez lektora obsahují úlohy, které jsou chronologicky řazeny podle toho, jak je vedena exkurze s lektorem, tedy historie, stavba tabulky, trendy, pozorování vzorků. Pracovní listy slouží jako záznam o exkurzi a mají žákům pomoci zapamatovat si či rozšířit informace o periodické tabulce prvků a některých prvcích.

Cíle práce byly naplněny, bohužel ověření posledních verzí pracovních listů se z časových důvodů nepovedlo. Na práci by bylo možné navázat šetřením mezi účastníky exkurze, které by vedlo k jejímu vylepšení, například možnosti provedení samotné exkurze, modifikace exkurze, popřípadě doplnění exkurze o další aktivity.

Použité zdroje

- [1] OKSENGENDLER, Boris, Kamil MUKIMOV, Renat LETFULLIN, Nigora TURAEVA, Gulmurza ABDURAKHMANOV a Shavkat YULDASHEV. Periodic table of elements, Mendeleev's periodic table: history, achievements and problems. *Bulletin of National University of Uzbekistan: Mathematics and Natural Sciences* [online]. 2019, **2**(2), 94–112 [vid. 2024-05-01]. ISSN 2181-1318. Dostupné z: doi:10.56017/2181-1318.1023
- [2] IBRAHIM, Sami A. Predicting the Atomic Weights of the Trans-Lawrencium Elements: A Novel Application of Dobereiner's Triads. *Journal of Chemical Education* [online]. 2005, **82**(11), 1658 [vid. 2024-05-01]. ISSN 0021-9584. Dostupné z: doi:10.1021/ed082p1658
- [3] BRITO, Angmary, María A. RODRÍGUEZ a Mansoor NIAZ. A reconstruction of development of the periodic table based on history and philosophy of science and its implications for general chemistry textbooks. *Journal of Research in Science Teaching* [online]. 2005, **42**(1), 84–111 [vid. 2024-05-01]. ISSN 1098-2736. Dostupné z: doi:10.1002/tea.20044
- [4] SCERRI, Eric. The discovery of the periodic table as a case of simultaneous discovery. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* [online]. 2015, **373**(2037), 20140172 [vid. 2024-05-01]. Dostupné z: doi:10.1098/rsta.2014.0172
- [5] CASSEBAUM, Heinz a George B. KAUFFMAN. The Periodic System of the Chemical Elements: The Search for Its Discoverer. *Isis* [online]. 1971, **62**(3), 314–327 [vid. 2024-05-01]. ISSN 0021-1753. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/229945>
- [6] SCERRI, Eric R a John WORRALL. Prediction and the periodic table. *Studies in History and Philosophy of Science Part A* [online]. 2001, **32**(3), 407–452 [vid. 2024-05-01]. ISSN 0039-3681. Dostupné z: doi:10.1016/S0039-3681(01)00023-1

- [7] MENDELEYEV, Dmitrij Ivanovich. Zeitschrift für Chemie. In: *Zeitschrift für Chemie* [online]. B.m.: Dieterich'schen Buchhandlung, 1869, sv. 5,sv. 12, s. 405–406. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=GZo8AAAAIAAJ>
- [8] SIEGFRIED, Tom. *150 years ago, the periodic table began with one chemist's vision* | *Science News* [online]. 8. leden 2019 [vid. 2024-05-01]. Dostupné z: <https://www.sciencenews.org/article/periodic-table-history-chemical-elements-150-anniversary>
- [9] WINTER, Mark. The periodic table of the elements by WebElements. *WebElements* [online]. [vid. 2024-05-01]. Dostupné z: https://www.webelements.com/periodic_table_image_long.html
- [10] WINTER, Mark. The periodic table of the elements by WebElements. *WebElements* [online]. [vid. 2024-05-01]. Dostupné z: https://www.webelements.com/periodic_table_image.html
- [11] FRICKE, Burkhard. Superheavy elements a prediction of their chemical and physical properties. In: Bruce C. TOFIELD a Burkhard FRICKE, ed. *Recent Impact of Physics on Inorganic Chemistry* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer, 1975, s. 89–144. ISBN 978-3-540-37395-7. Dostupné z: [doi:10.1007/BFb0116498](https://doi.org/10.1007/BFb0116498)
- [12] BIERENSTIEL, Matthias a Kathy SNOW. Periodic Universe: A Teaching Model for Understanding the Periodic Table of the Elements. *Journal of Chemical Education* [online]. 2019, **96**(7), 1367–1376 [vid. 2022-08-02]. ISSN 0021-9584, 1938-1328. Dostupné z: [doi:10.1021/acs.jchemed.8b00740](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00740)
- [13] SALAME, Issa, Samema SAROWAR, Sazea BEGUM a David KRAUSS. Students' Alternative Conceptions about Atomic Properties and the Periodic Table. nedatováno.

- [14] MÍKA, Luděk. *Moderní pomůcky ve výuce chemie*. Praha, 2018. Rigorózní práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra učitelství a didaktiky chemie.
- [15] KYZEK, Tomáš. *Výstava Periodická tabulka prvků jako výuková pomůcka*. Praha, 2021. Bakalářská práce. Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- [16] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický. 2023. Dostupné z: https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2023/07/RVP_ZV_2023_cista_verze.pdf
- [17] *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický. 2021 [vid. 2024-05-01]. Dostupné z: https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2021/09/001_RVP_GYM_uplne_zneni.pdf
- [18] DOBŘEMYSLOVÁ, Mária. *Chemické prvky ve výuce na ZŠ a víceletých gymnáziích*. Praha, 2016. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra učitelství a didaktiky chemie.
- [19] PAVLASOVÁ, Lenka, Lubomír HROUDA, Vasilis TEODORIDIS, Jan ANDRESKA, Dagmar ŘÍHOVÁ, Václav VANČATA, Petr NOVOTNÝ, Jan ŘEZNÍČEK a Markéta NOVOTNÁ. *Přírodovědné exkurze ve školní praxi* [online]. B.m.: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2015 [vid. 2024-05-06]. Dostupné z: https://dl1.cuni.cz/pluginfile.php/943986/mod_resource/content/0/exkurze-9min.pdf
- [20] PAPIRNÍKOVÁ, Lucie. *Význam exkurze ve výuce chemie*. Praha, 2016. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra učitelství a didaktiky chemie.
- [21] BEHRENDT, Marc a Teresa FRANKLIN. A Review of Research on School Field Trips and Their Value in Education. *International Journal of*

- Environmental and Science Education* [online]. 2014, **9**, 235–245. Dostupné z: doi:10.12973/ijese.2014.213a
- [22] TŘÍSKA, Jan. *Tvorba a ověřování pracovních listů z chemie pro žáky nižších stupňů víceletých gymnázií*. Praha, 2015. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra učitelství a didaktiky chemie.
- [23] TYMRÁKOVÁ, Iva, Helena JEDLIČKOVÁ a Lenka HRADLOVÁ. Pracovní list a tvorba pracovního listu pro přírodovědnévzdělávání. In: [online]. 2005 [vid. 2024-05-12]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Pracovn%C3%AD-list-a-tvorba-pracovn%C3%ADho-listu-pro-Tymr%C3%A1kov%C3%A1-Jedli%C4%8Dkov%C3%A1/0a5c6fd7c08bb8ba8ac58d5ebb60bb725700ff01>
- [24] MRÁZOVÁ, Lenka. Specifika tvorby pracovních listů v muzeu. In: *Múzeum ako forma edukácie v spoločnosti: Múzeum ako forma edukácie v spoločnosti* [online]. Banská Bystrica: Zväz múzeí na Slovensku, Múzeum SNP Banská Bystrica, 2015 [vid. 2024-05-06]. ISBN 978-80-89514-36-6. Dostupné z: <https://www.phil.muni.cz/en/research/publishing-and-editorial-activities-of-the-faculty/overview-of-publishing-and-scientific-activities/1331571>
- [25] *K afektivním cílům v občanské výchově*. Brno, 2016. Diplomová práce. Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita.
- [26] BLÍŽKOVSKÝ, Bohumír. *Systémová pedagogika pro studium a tvůrčí praxi: Celistvé a otevřené pojetí výchovy. Škola plného života - celý život školou. Tvorba výchovně vzděl. soustavy školy...* Ostrava: Amosium Servis, 1992. ISBN 978-80-85498-18-9.
- [27] VÁVRA, Jaroslav. REVIDOVANÁ BLOOMOVA TAXONOMIE V ČESKÉM VZDĚLÁVÁNÍ A REVISION OF BLOOM'S TAXONOMY IN CZECH EDUCATION. In: *Sapere Aude 2011 - Evropské a české vzdělávání* [online]. 2011. Dostupné z: doi:10.13140/2.1.1406.4967

- [28] *ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM pro základní vzdělávání - od 09.2018: Brána do světa* [online]. Jihlava: Základní škola Jihlava, Seifertova 5. 2021. Dostupné z: <https://zsseifertova.ji.cz/wp-content/uploads/2021/12/svp-od-1.-9.-2021.pdf>
- [29] *ŠVP pro základní vzdělávání: Výhra pro naše děti* [online]. Brno: Základní škola a mateřská škola Brno, Antonínská 3, příspěvková organizace. 2023. Dostupné z: https://www.zsantoninska.cz/wp-content/uploads/2015/05/ŠVP_ZŠ_1.9.2023.pdf
- [30] *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání: DOKÁŽEME TO* [online]. Karlovy Vary: Základní škola Karlovy Vary, Poštovní 1743/19, 360 01 Karlovy Vary. 2022. Dostupné z: https://www.zskvary.cz/wp-content/uploads/2023/03/SVP-Dokazeme-to_01_09_2022-2.pdf
- [31] *ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM PRO ZÁKLADNÍ VZDĚLÁVÁNÍ: Na společné cestě* [online]. Praha: Základní škola a mateřská škola, Praha 3, Chelčického 43/2614. 2019. Dostupné z: <https://www.zschelcickeho.cz/web2017b/wp-content/uploads/2019/11/ŠVP-Na-společné-cestě-2016-schváleno-k-1.9.2019.pdf>
- [32] *Školní vzdělávací program: Studánecká cesta* [online]. Pardubice: Základní škola Pardubice – Studánka, Pod Zahradami 317. 2021. Dostupné z: https://svp.zs-studanka.cz/svp_files/05B_4b_Chemie.pdf
- [33] *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání: Klíče ke světu* [online]. Ostrava: Základní škola a mateřská škola, Ostrava-Hrabůvka, Mítušova 16, příspěvková organizace. 2022. Dostupné z: <https://www.zsmitusova16.cz/p/skolni-vzdelavaci-program-klice-ke-svetu-1-9-2023-171264644635.pdf>
- [34] *Školní vzdělávací program Bolevecké základní školy Plzeň pro základní vzdělávání, 24.6.2013* [online]. Plzeň: Bolevecká základní škola Plzeň, nám. Odboje 18, příspěvková organizace. 2023. Dostupné

- z: https://www.boleveckazs.cz/admin/upload/bzs_dokumenty/VP_2023_24.pdf
- [35] *Základní škola s programem harmonického rozvoje a sportovní výchovy – školní vzdělávací program pro základní vzdělávání. Denní vzdělávání* [online]. Olomouc: Základní škola Olomouc, tř. Spojenců 8, příspěvková organizace. 2022. Dostupné z: https://www.zsspojencuol.com/uploads/page/34/doc/5.2_Druhy_stupen_-_chemie.pdf
- [36] *Školní vzdělávací program, Čtyřleté všeobecné studium* [online]. B.m.: Gymnázium, Brno, třída Kapitána Jaroše 14. 2022. Dostupné z: <https://www.jaroska.cz/files/svp/SVP-4L-vseob-2021.pdf>
- [37] *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání na vyšším stupni osmiletého gymnázia a na gymnáziu čtyřletém* [online]. Karlovy Vary: První české gymnázium v Karlových Varech, příspěvková organizace. 2018. Dostupné z: <https://gymkvary.cz/system/files/dokumenty/VP%20pro%20VG%20od%201.9.2018.pdf>
- [38] *ŠVP G, Tradice, kvalita, budoucnost pro 21. století* [online]. Ostrava: Matiční gymnázium, Ostrava, příspěvková organizace. 2020. Dostupné z: <https://mgo.cz/data/svpg2.pdf>
- [39] *Vzdělání – brána do života* [online]. Plzeň: Gymnázium, Plzeň, Mikulášské nám. 23. 2023. Dostupné z: https://www.mikulasske.cz/wp-content/uploads/2023/09/SVP2324v_vse.pdf
- [40] *švp-G_2020* [online]. Jihlava: Gymnázium Jihlava. 2020. Dostupné z: https://www.gymnaziumjihlava.cz/wp-content/uploads/2020/09/svp-g_2020.pdf
- [41] *Školní vzdělávací program Slovanského gymnázia Olomouc, č.j. 3515/2022* [online]. Olomouc: Slovanské gymnázium Olomouc, tř. Jiřího z Poděbrad

13/936.

2022.

Dostupné

z: https://www.sgo.cz/uploads/page/20/doc/SVP_vyssi.pdf

- [42] *Školní vzdělávací program „Klíč ke vzdělání“* [online]. Praha: Gymnázium Nad Štolou 1, 170 00 Praha 7. 2023. Dostupné z: <https://www.gymstola.cz/images/docs/svp/nove-svp-2023.pdf>
- [43] *ŠVP pro čtyřleté gymnázium* [online]. Pardubice: Gymnázium, Pardubice, Mozartova 449. 2020. Dostupné z: <https://www.gymozart.cz/soubory/2020/svp2020.pdf>

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Pracovní list původní verze ZŠ	2
Příloha č. 2 – Řešení pracovního listu verze ZŠ	5
Příloha č. 3 – Pracovní list původní verze SŠ	7
Příloha č. 4 – Řešení pracovního listu verze SŠ.....	10
Příloha č. 5 – Otázky k polostrukturovanému rozhovoru	12
Příloha č. 6 – Pracovní list druhá verze ZŠ	13
Příloha č. 7 – Pracovní list druhá verze SŠ	15
Příloha č. 8 – Pracovní list třetí verze SŠ	17
Příloha č. 9 – Pracovní list čtvrtá verze SŠ	19
Příloha č. 10 – Pracovní list konečná verze ZŠ s lektorem	22
Příloha č. 11 – Pracovní list konečná verze ZŠ s lektorem – řešení	25
Příloha č. 12 – Pracovní list konečná verze SŠ s lektorem	27
Příloha č. 13 – Pracovní list konečná verze SŠ s lektorem – řešení.....	30
Příloha č. 14 – Pracovní list konečná verze ZŠ bez lektora	32
Příloha č. 15 – Pracovní list konečná verze ZŠ bez lektora – řešení.....	36
Příloha č. 16 – Pracovní list konečná verze SŠ bez lektora	39
Příloha č. 17 – Pracovní list konečná verze SŠ bez lektora – řešení.....	43

Příloha č. 1 – Pracovní list původní verze ZŠ

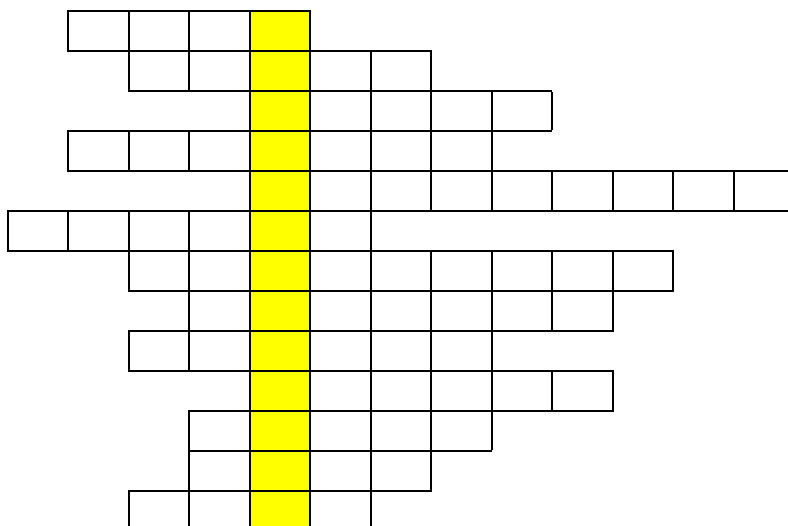
Exkurze k periodické tabulce prvků

1. Spojte pojmy (z každého sloupce jeden pojem), které k sobě patří:

- | | | |
|----------|-------------------|-----------------------------------------------|
| a) fluor | I) tetrelly | i) prvek, který je součástí hnojiv |
| b) uhlík | II) halogeny | ii) prvek součástí kuchyňské soli |
| c) sodík | III) pniktogeny | iii) prvek obsažený v kyselých deštích |
| d) dusík | IV) chalkogeny | iv) prvek mající pouze záporné oxidační číslo |
| e) síra | V) alkalické kovy | v) diamant, tuha |

2. Doplňte odpovědi do křížovky

- a)
b)
c)
d)
e)
f)
g)
h)
i)
j)
k)
l)
m)



- a) Prvek používaný k dezinfekci vody.
b) Velice drahý kov, tvořící oxidační čísla 1 a 3.
c) Nejvíce zastoupený plyn v zemské atmosféře.
d) Kyslíkatá kyselina, ve které má dusík oxidační číslo 5.
e) Uhlík je základem, které chemické disciplíny?
f) Zapáchající plyn tvořený dvěma atomy vodíku a jedním atomem síry
g) Jak se nazývají kovy 1 (I.A) skupiny?
h) Prvky, které jsou zastoupeny v živé přírodě v minimálním množství.
i) Prvek, ze kterého je vyráběn alobal.
j) Kov ze skupiny 2 (kovy alkalických zemin), který je součástí kostí a zubů v oxidačním čísle +2.
k) Kov obsažený ve slitině mosazi a využívá se k pokovování železných předmětů.

- l) Kapalný kov používaný dříve v teploměrech.
- m) Prvek používaný v jaderných elektrárnách jako zdroj energie.

Vysvětlete pojem z tajenky:

.....

.....

.....

.....

3. Prvky jako například měď, zlato a stříbro byly známy již před rokem 0, zkuste napsat jejich společné vlastnosti a charakteristiky, a tedy najít důvod proč právě tyto prvky.

.....

.....

.....

.....

4. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v nesloučeném stavu?

- a) sodík, měď, zlato, stříbro
- b) zlato, uhlík, kyslík, síra
- c) železo, jod, vápník, vodík

5. Napište, jak se jmenují sloupce a řádky v periodické tabulce prvků a pokuste se napsat, proč jsou takto řazeny.

6. Doplňte slova do vět:

- a) Vzácné plyny jsou velmi málo reaktivní prvky, naopak prvky, které se od nich liší o jeden elektron jsou jedny z nejreaktivnějších, tyto prvky nazýváme a kovy.
- b) Uhlík, kyslík, vodík, dusík, vápník a fosfor označujeme jako „.....“ prvky, vzhledem k míře jejich zastoupení v živé přírodě.
- c) plyny se využívají často v osvětlovací technice.

7. Napište, podle čeho je pojmenována skupina halogenů?

8. Vyhledejte, podle jakých vesmírných těles jsou pojmenovány následující prvky: rtuť, selen, tellur, uran, neptunium, plutonium, helium.

9. Přiřaďte chemický prvek ke geografické oblasti, podle které je pojmenován

- | | |
|---------------|------------------------|
| I) rhenium | A) Polsko |
| II) hafnium | B) Německo |
| III) polonium | C) Evropa |
| IV) europium | D) Francie |
| V) gallium | E) řeka v Německu |
| VI) germanium | F) hlavní město Dánska |

10. Najděte, co nejvíce značek prvků ve větě: Chemie je super věda. (Ch považujte za kombinaci dvou samostatných písmen, používejte pouze sousední písmena, pouze ve směru čtení).
11. Najděte co nejvíce značek prvků ve svém křestním jménu/příjmení (bez diakritiky, pro rychlejší žáky i proti směru čtení).

Příloha č. 2 – Řešení pracovního listu verze ZŠ

Exkurze k periodické tabulce prvků

1. Spojte pojmy (z každého sloupce jeden pojem), které k sobě patří:

- | | | |
|----------|-------------------|-----------------------------------------------|
| a) fluor | I) tetrelly | i) prvek, který je součástí hnojiv |
| b) uhlík | II) halogeny | ii) prvek součástí kuchyňské soli |
| c) sodík | III) pniktogeny | iii) prvek obsažený v kyselých deštích |
| d) dusík | IV) chalkogeny | iv) prvek mající pouze záporné oxidační číslo |
| e) síra | V) alkalické kovy | v) diamant, tuha |

2. Doplňte odpovědi do křížovky

a)	ch	l	o	r															
b)		z	l	a	t	o													
c)				d	u	s	í	k											
d)		d	u	s	i	č	n	á											
e)				o	r	g	a	n	i	c	k	á							
f)	s	u	l	f	a	n													
g)			a	l	k	a	l	i	c	k	é								
h)				s	t	o	p	o	v	é									
i)					h	l	i	n	í	k									
j)						v	á	p	n	í	k								
k)						z	i	n	e	k									
l)							r	t	u	ť									
m)								u	r	a	n								

- a) Prvek používaný k dezinfekci vody.
- b) Velice drahý kov, tvořící oxidační čísla 1 a 3.
- c) Nejvíce zastoupený plyn v zemské atmosféře.
- d) Kyslíkatá kyselina, ve které má dusík oxidační číslo 5.
- e) Uhlík je základem, které chemické disciplíny?
- f) Zapáchající plyn tvořený dvěma atomy vodíku a jedním atomem síry.
- g) Jak se nazývají kovy 1 (I.A) skupiny?
- h) Prvky, které jsou zastoupeny v živé přírodě v minimálním množství.
- i) Prvek, ze kterého je vyráběn alobal.
- j) Kov ze skupiny 2 (kovy alkalických zemin), který je součástí kostí a zubů v oxidačním čísle +2.
- k) Kov obsažený ve slitině mosazi a využívá se k pokovování železných předmětů.

- l) Kapalný kov používaný dříve v teploměrech.
- m) Prvek používaný v jaderných elektrárnách jako zdroj energie.

Vysvětlete pojem z tajenky:

Přirozený i umělý jev, při kterém dochází ke změně jader atomů, přitom obvykle vzniká záření (alfa, beta, gama)

- 3. Volně vyskytující se kovy, používány např. ve zlatnictví, kovářství, mincovnictví v nesloučeném stavu -> málo reaktivní, nesloučený stav.
- 4. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v nesloučeném stavu?
 - a) sodík, měď, zlato, stříbro
 - b) zlato, uhlík, kyslík, síra
 - c) železo, jod, vápník, vodík
- 5. Sloupce – skupiny – podle společných chemických vlastností. Řádek – perioda – podle rostoucího počtu protonů a atomové hmotnosti.
- 6. Doplňte slova do vět:
 - a) Vzácné plyny jsou velmi málo reaktivní prvky, naopak prvky, které od nich liší o jeden elektron jsou jedny z nejreaktivnějších, tyto prvky nazýváme halogeny a alkalické kovy
 - b) Uhlík, kyslík, vodík, dusík, vápník a fosfor označujeme jako „makrobiogenní“ prvky, vzhledem k míře jejich zastoupení v živé přírodě.
 - c) Vzácné plyny se využívají často v osvětlovací technice.
- 7. halogeny – z řechtiny – sůl tvořící – tvoří mořské soli s alkalickými kovy
- 8. Rtuť – Merkur, selen – měsíc, tellur – Země, uran – Uran, neptunium – Neptun, plutonium – Pluto, helium – Slunce
- 9. I-E, II-F, III-A, IV-C, V-D, VI-B
- 10. He – helium, C – uhlík, H – vodík, I – jod, S – síra, V – vanad, P – fosfor, U – uran, Es – einsteinium, Er – erbium

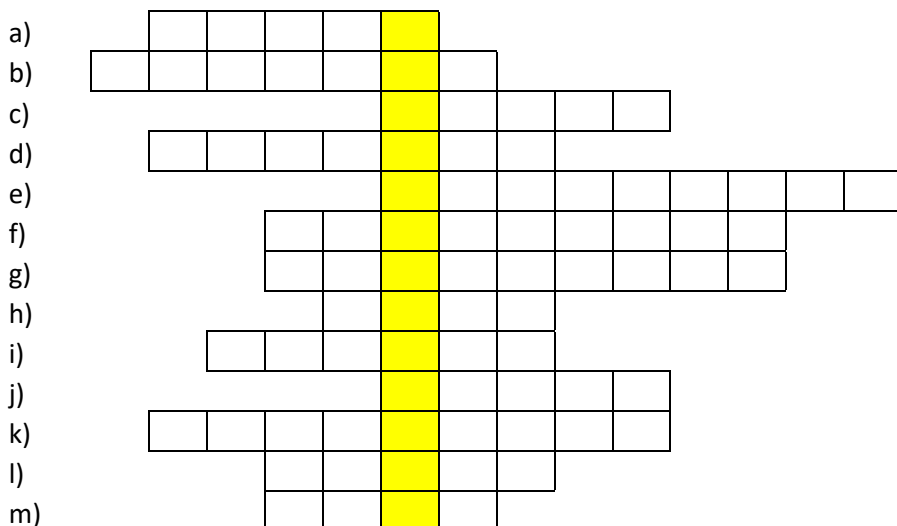
Příloha č. 3 – Pracovní list původní verze SŠ

Exkurze k periodické tabulce prvků

1. Spojte pojmy (z každého sloupce jeden pojem), které k sobě patří:

- | | | |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| a) J.W. Döbereiner | I) zákon oktáv | i) Polsko/Francie, přelom 19. a 20. století |
| b) M. Skłodowska-Curie | II) elektronegativita | ii) Rusko, 19. století |
| c) D.I. Mendělejev | III) výzkum radioaktivity | iii) Anglie, 19. století |
| d) J.A.R. Newlands | IV) rozdělení do triád | iv) USA, 20. století |
| e) L. Pauling | V) periodický zákon | v) Německo, přelom 18. a 19. století |

2. Doplňte odpovědi do křížovky



- Prvek s nejvyšší elektronegativitou.
- Který prvek nahradil uhlík v žárovkách?
- Nejvíce zastoupený plyn v zemské atmosféře.
- Lehký alkalický kov v akumulátorech mobilních zařízení.
- Uhlík je základem, které chemické disciplíny?
- Kov, který vlivem koroze zelená a zelenou barvu má také v názvu.
- Jak se nazývají kovy 1 (I.A) skupiny?
- Kapalný prvek dříve používaný v teploměrech.
- Prvek s nejvyšší hustotou.
- Nejvíce zastoupený plyn ve vesmíru?
- Vědec, který jako první rozdělil prvky na kovy a nekovy?
- Biokompatibilní kov využívaný na výrobu kloubních náhrad.

m) Prvek používaný v jaderných elektrárnách jako zdroj energie.

Vysvětlete pojem z tajenky:

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

3. Vyjmenujte alespoň 3 prvky známé lidstvu před začátkem našeho letopočtu a vysvětli proč zrovna tyto?

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

4. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v elementárním stavu?

- a) sodík, měď, zlato, stříbro
- b) platina, uhlík, kyslík, síra
- c) uran, jod, draslík, vodík
- d) argon, radon, helium, fluor

5. Napište, podle čeho jsou seřazeny prvky.

- a. v periodách:
- b. ve skupinách:

6. Jmenujte, které vlastnosti či veličiny v periodické tabulce prvků s rostoucím protonovým číslem:

- a) rostou ve skupině a klesají v periodě (2):
- b) roste v periodě a klesá ve skupině (1):

7. Doplňte slova do vět:

- a) Halogeny a kovy jsou nejreaktivnější prvky v PTP.
- b) Uhlík, kyslík, vodík, dusík, vápník a fosfor označujeme jako „.....“ prvky vzhledem k jejich vztahu k živé přírodě.
- c) Triely, tetrelly, pniktogeny,, halogeny a vzácné plyny označujeme jako p prvky.
- d) plyny se využívají často v osvětlovací technice.

8. Napište, podle čeho jsou pojmenovány skupiny 15-17 (pniktogeny až halogeny) z předchozí otázky?

9. Vyhledejte, podle jakých vesmírných těles jsou pojmenovány následující prvky: rtuť, selen, tellur, uran, neptunium, plutonium, helium.

10. Přiřadte chemický prvek ke geografické oblasti, podle které je pojmenován

- | | |
|-------------|------------|
| I) rhenium | A) Polsko |
| II) hafnium | B) Německo |

III) polonium
IV) europium
V) gallium
VI) germanium

C) Evropa
D) Francie
E) řeka v Německu
F) hlavní město Dánska

11. Najděte, co nejvíce značek prvků ve větě: Chemie je super věda. (Ch považujte za kombinaci dvou samostatných písmen, používejte pouze sousední písmena, i proti směru čtení).
12. Najděte co nejvíce značek prvků ve svém křestním jménu/příjmení (bez diakritiky, pro rychlejší žáky i proti směru čtení).

Příloha č. 4 – Řešení pracovního listu verze SŠ

Exkurze k periodické tabulce prvků

1. Spojte pojmy (z každého sloupce jeden pojem), které k sobě patří:

- | | | |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| a) J.W. Döbereiner | I) zákon oktáv | i) Polsko/Francie, přelom 19. a 20. století |
| b) M. Skłodowska-Curie | II) elektronegativita | ii) Rusko, 19. století |
| c) D.I. Mendělejev | III) výzkum radioaktivity | iii) Anglie, 19. století |
| d) J.A.R. Newlands | IV) rozdělení do triád | iv) USA, 20. století |
| e) L. Pauling | V) periodický zákon | v) Německo, přelom 18. a 19. století |

2. Doplňte odpovědi do křížovky

a)		f	l	u	o	r														
b)	w	o	l	f	r	a	m													
c)					d	u	s	í	k											
d)		l	i	t	h	i	u	m												
e)					o	r	g	a	n	i	c	k	é							
f)				p	r	a	s	e	o	d	y	m								
g)				a	l	k	a	l	i	c	k	é								
h)					r	t	u	ť												
i)			o	s	m	i	u	m												
j)						v	o	d	í	k										
k)	L	a	v	o	i	s	i	e	r											
l)				t	i	t	a	n												
m)					u	r	a	n												

- Prvek s nejvyšší elektronegativitou.
- Který prvek nahradil uhlík v žárovkách?
- Nejvíce zastoupený plyn v zemské atmosféře.
- Lehký alkalický kov v akumulátorech mobilních zařízení.
- Uhlík je základem, které chemické disciplíny?
- Kov, který vlivem koroze zelená a zelenou barvu má také v názvu.
- Jak se nazývají kovy 1 (I.A) skupiny?
- Kapalný prvek dříve používaný v teploměrech.
- Prvek s nejvyšší hustotou.
- Nejvíce zastoupený plyn ve vesmíru?
- Vědec, který jako první rozdělil prvky na kovy a nekovy?
- Biokompatibilní kov využívaný na výrobu kloubních náhrad.

m) Prvek používaný v jaderných elektrárnách jako zdroj energie.

Vysvětlete pojem z tajenky:

Některá jádra prvků nejsou stabilní a přeměňují se na jádra jiná při současném uvolnění energie (obvykle záření alfa, beta či gama). Tento jev se nazývá radioaktivita a nestabilní izotopy označujeme jako radionuklidy (radioizotopy). Pokud k přeměně dochází samovolně, mluvíme o přirozené radioaktivitě, pokud vlivem člověka, pak mluvíme o radioaktivitě umělé.

3. Napište, které prvky byly známy před rokem nula a proč zrovna tyto?
Byly známy cín, měď, stříbro, zlato, železo, síra, uhlík, olovo a rtuť. Vyskytují se volně v přírodě a nevázané.
4. Ve které možnosti se nacházejí pouze prvky vyskytující se volně v přírodě?
 - a) sodík, měď, zlato, stříbro
 - b) platina, uhlík, kyslík, síra
 - c) uran, jod, draslík, vodík
 - d) argon, radon, helium, fluor
5. Vlastností prvků se opakují v periodě či skupině? V periodě. Napište, podle čeho jsou seřazeny prvky v periodách (**podle rostoucího protonového čísla**) a skupinách (**podle počtu elektronů ve valenční vrstvě**)
6. a) atomový poloměr a kovový charakter
b) elektronegativita (elektronová afinita, ionizační energie)
7. Doplňte slova do vět:
 - a) Halogeny a **alkalické** kovy jsou nejreaktivnější prvky v PTP.
 - b) Uhlík, kyslík, vodík, dusík, vápník a fosfor označujeme jako „**makrobiogenní**“ prvky vzhledem k jejich vztahu k živé přírodě.
 - c) Triely, tetrelly, pniktogeny, **chalkogeny**, halogeny a vzácné plyny označujeme jako p prvky.
d) **Vzácné** plyny se využívají často v osvětlovací technice.
8. pniktogeny – z řeckého pnigo, což znamená dusit se a přípony gen – což znamená být výrobcem – neboli skupina prvků vyvolávající dušení (sloučeniny dusíku, způsobují zadušení) nebo v novějším provedení P a N jsou značky dvou nejtypičtějších prvků 15.A skupiny
chalkogeny – z řeckého chalkos – měď a genes – tvořící doslovný překlad tvořící sloučeniny s mědí, ale používaný překlad je tvořící rudy
halogeny – z řečtiny – sůl tvořící – tvoří mořské soli s alkalickými kovy
9. Rtuť – Merkur, selen – měsíc, tellur – Země, uran – Uran, neptunium – Neptun, plutonium – Pluto, helium – Slunce
10. I-E, II-F, III-A, IV-C, V-D, VI-B
11. Chemie je super věda. He – helium, C – uhlík, H – vodík, I – jod, S – síra, V – vanad, P – fosfor, U – uran, Pu – plutonium, Es – einsteinium, Se – selen, Re – rhenium, Er – erbium

Příloha č. 5 – Otázky k polostrukturovanému rozhovoru

Jste pro vypracování PL přímo při exkurzi nebo až po/ve škole?

Co považujete na pracovních listech za dobré? Které konkrétní úlohy? Které naopak jsou navíc?

Jsou nějaké úlohy, které Vám chybí a rádi byste je tam viděli?

Přijdou vám úlohy propojené se samotnou exkurzí? Které úlohy byste na základě tohoto požadavku vyřadili?

Myslíte, že se dá časově zvládnout vypracovat úlohy při exkurzi u žáků ZŠ/SŠ? Které úlohy vám přijde, že zabírají zbytečně moc času?

Přijdou vám úlohy dostatečně různorodé a pestré?

V čem vidíte hlavní nevýhodu pracovních listů?

Je rozsah vhodný pro ZŠ/SŠ žáky?

Je obsah vhodný pro žáky ZŠ/SŠ?

Myslíte, že pracovní listy využijete i dále např. v hodinách? Proč ano/ne?

Jsou pracovní listy navrženy tak, aby zaujaly žáky? Jak byste úlohy upravil, aby žáky zaujaly?

Příloha č. 6 – Pracovní list druhá verze ZŠ

Exkurze k periodické tabulce prvků ZŠ verze

1. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v elementárním stavu?

- a) sodík, měď, zlato, stříbro
- b) zlato, uhlík, kyslík, síra
- c) uran, jod, draslík, vodík
- d) železo, neon, helium, fluor

2. Jmenujte, které vlastnosti či veličiny v periodické tabulce prvků s rostoucím protonovým číslem:

- a) rostou ve skupině a klesají v periodě (1):
- b) roste v periodě a klesá ve skupině (1):

3. V tabulce zakreslete šipkou, jak se mění elektronegativita

4. Přiřaďte symboly k následujícím pojmům: makrobiogenní prvky (extrémně důležité), mikrobiogenní a stopové (důležité), toxické (jedovaté). Jaký vliv mají neoznačené prvky na těle?

X	X											△	X	X	X	X	△		
	•											•	△	X	X	X	△		
X	X			△	△	△	△	△	•	△	△		△	•	△	△			
△	△												△			•	△		
•	•											•	•	•	•	•	•	•	•
•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•															
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

5. Přiřaďte chemický prvek ke geografické oblasti, podle které je pojmenován

- I) rhenium
- II) hafnium
- III) polonium
- A) Polsko
- B) Německo
- C) Evropa

IV) europium

D) Francie

V) gallium

E) řeka v Německu

VI) germanium

F) hlavní město Dánska

6. Seřad'te:

- a) prvky Cs, K, Fe, Br, I tak, aby elektronegativita rostla zleva doprava
- b) prvky Cs, K, Fe, Br a At tak, aby atomový poloměr rostl zleva doprava
- c) prvky Pb, Al, Fe, Cl a C tak, aby nalevo byly prvky od nejdéle známého po nejpozději objevený

7. Popisy 3 vzorků:

- a) Velmi lehký stříbřitě lesklý kov, s nízkou první ionizační energií (rád tvoří oxidační číslo +I), využívající se v akumulátorech (bateriích) v mobilních telefonech
- b) Žlutý nekovový prvek, je součástí střelného prachu a používá se na výrobu jedné z nejsilnějších anorganických kyselin
- c) Nejrozšířeněji používaný stříbřitě modrošedý polokov, používá se k výrobě polovodičů, je součástí např. mikročipů.

8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

- a) Neochotně reagují, mají velký atomový poloměr a jsou radioaktivní.
- b) Mají nízkou elektronegativitu, tvoří oxidační číslo +1 a patří mezi alkalické kovy.
- c) Jsou plynného skupenství, s vysokou elektronegativitou a malým atomovým poloměrem.

Příloha č. 7 – Pracovní list druhá verze SŠ

Exkurze k periodické tabulce prvků SŠ verze

1. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v elementárním stavu?

- a) sodík, měď, zlato, stříbro
- b) platina, uhlík, kyslík, síra
- c) uran, jod, draslík, vodík
- d) argon, radon, helium, fluor

2. Jmenujte, které vlastnosti či veličiny v periodické tabulce prvků s rostoucím protonovým číslem:

- a) rostou ve skupině a klesají v periodě (2):
- b) roste v periodě a klesá ve skupině (1):

3. V tabulce zakreslete šipkou, jak se mění ionizační energie

4. Přiřaďte symbol k významu pro živé organismy

X	X											△	X	X	X	X	△		
	•											•	△	X	X	X	X		
X	X			△	△	△	△	△	•	△	△		△	•	△	△			
△	△				△						•					•	△		
•	•										•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•															
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

5. Přiřad'te chemický prvek ke geografické oblasti, podle které je pojmenován

- | | |
|---------------|------------------------|
| I) rhenium | A) Polsko |
| II) hafnium | B) Německo |
| III) polonium | C) Evropa |
| IV) europium | D) Francie |
| V) gallium | E) řeka v Německu |
| VI) germanium | F) hlavní město Dánska |

6. Seřad'te:

- prvky Cs, K, Fe, Br a I tak, aby elektronegativita rostla zleva doprava
- prvky Cs, K, Fe, Br a At tak, aby atomový poloměr rostl zleva doprava
- prvky Pb, U, Fe, Cl a C tak, aby nalevo byly prvky od nejdéle známého po nejpozději objevený

7. Popisy 3 vzorků:

- Velmi lehký stříbřitě lesklý kov, s nízkou první ionizační energií, využívající se v akumulátorech
- Šedý až stříbřitý kov s nejvyšší teplotou tání, vysokou hustotou, nahradil uhlík v žárovkách.
- Nejrozšířeněji používaný stříbřitě modrošedý polokov, součástí mikročipů, polovodičů

8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

- mají vysokou první ionizační energii, mají velký atomový poloměr a jsou radioaktivní
- mají nízkou elektronegativitu, tvoří oxidační číslo +1
- jsou plynného skupenství, s vysokou elektronegativitou a malým atomovým poloměrem
- jsou d-kovy s nejvyšší hustotou

Příloha č. 8 – Pracovní list třetí verze SŠ

Exkurze k periodické tabulce prvků SŠ verze

1. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v elementárním stavu?

- e) sodík, měď, zlato, stříbro
- f) platina, uhlík, kyslík, síra
- g) uran, jod, draslík, vodík
- h) argon, radon, helium, fluor

2. Jmenujte, které vlastnosti či veličiny v periodické tabulce prvků s rostoucím protonovým číslem:

- c) rostou ve skupině a klesají v periodě (2):
- d) roste v periodě a klesá ve skupině (1):

3. V tabulce zakreslete šipkou, jak se mění ionizační energie

4. Přiřaďte symbol k významu pro živé organismy

Δ																			
	•										◊	Δ	Δ	Δ	◊				
Δ	Δ			◊	◊	◊	◊	◊	•	◊	◊		◊	•	◊	◊			
◊	◊				◊						•				•	◊			
•	•										•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•										•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•															
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

legenda:

•	makrobiogenní
△	toxické
Δ	mikrobiogenní

5. Přiřaďte chemický prvek ke geografické oblasti, podle které je pojmenován

I) rhenium	A) Polsko
II) hafnium	B) Německo
III) polonium	C) Evropa
IV) europium	D) Francie
V) gallium	E) řeka v Německu
VI) germanium	F) hlavní město Dánska

6. Seřad'te:

- d) prvky Cs, K, Fe, Br a I tak, aby elektronegativita rostla zleva doprava
- e) prvky Cs, K, Fe, Br a At tak, aby atomový poloměr rostl zleva doprava
- f) prvky Pb, U, Fe, Cl a C tak, aby nalevo byly prvky od nejdéle známého po nejpozději objevený

7. Popisy 3 vzorků:

- d) Velmi lehký stříbřitě lesklý kov, s nízkou první ionizační energií, využívající se v akumulátorech
- e) Šedý až stříbřitý kov s nejvyšší teplotou tání, vysokou hustotou, nahradil uhlík v žárovkách.
- f) Nejrozšířeněji používaný stříbřitě modrošedý polokov, součástí mikročipů, polovodičů

8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

- e) mají vysokou první ionizační energii, mají velký atomový poloměr a jsou radioaktivní
- f) mají nízkou elektronegativitu, tvoří oxidační číslo +1
- g) jsou plynného skupenství, s vysokou elektronegativitou a malým atomovým poloměrem
- h) jsou d-kovy s nejvyšší hustotou

Příloha č. 9 – Pracovní list čtvrtá verze SŠ

Exkurze k periodické tabulce prvků SŠ

1. Napište barvu a skupenství všech halogenů, které jsou vystavené.
2. Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), znali při rozpadu Římské říše (395 n.l.) a znali během bitvy na Bílé hoře (1620 n.l.)
3. Které prvky by byly v ČR kapalné (při teplotě 20 °C), které ve Španělsku (30 °C) a které na Antarktidě (-10 °C).

4. Přiřaďte symbol k významu pro živé organismy

Δ																	
	•											⊡	Δ	Δ	Δ	⊡	
Δ	Δ			⊡	⊡	⊡	⊡	⊡	•	⊡	⊡		⊡	•	⊡	⊡	
⊡	⊡				⊡						•				•	⊡	
•	•										•	•	•	•	•	•	•
•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•										
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

a) Spojte značku s vlastností:

•

makrobiogenní

△	toxické
Δ	mikrobiogenní

- b) Toto rozdělení však není jednoznačné
- Určete alespoň tři prvky, které spadají do více kategorií
 - Zkuste vytvořit hypotézu, čím je tato nejednoznačnost způsobená.

5. Přiřad'te chemický prvek ke geografické oblasti, podle které je pojmenován

- | | |
|---------------|------------------------|
| I) rhenium | A) Polsko |
| II) hafnium | B) Německo |
| III) polonium | C) Evropa |
| IV) europium | D) Francie |
| V) gallium | E) řeka v Německu |
| VI) germanium | F) hlavní město Dánska |

6. Seřad'te:

- Prvky Fe, K, Cs, Br a I tak, aby elektronegativita rostla zleva doprava
- prvky Cs, K, Fe, Br a At tak, aby atomový poloměr rostl zleva doprava
- prvky Pb, U, Fe, Cl a C tak, aby nalevo byly prvky od nejdéle známého po nejpozději objevený

7. Popisy 3 vzorků:

- Velmi lehký stříbřitě lesklý kov, s nízkou první ionizační energií, využívající se v akumulátorech
- Šedý až stříbřitý kov s nejvyšší teplotou tání, vysokou hustotou, nahradil uhlík v žárovkách.

c) Nejrozšířeněji používaný stříbřitě modrošedý polokov, součástí mikročipů, polovodičů

8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

a) mají vysokou první ionizační energii, mají velký atomový poloměr a jsou radioaktivní

b) mají nízkou elektronegativitu, tvoří oxidační číslo +1

c) jsou plynného skupenství, s vysokou elektronegativitou a malým atomovým poloměrem

d) jsou d-kovy s nejvyšší hustotou

Příloha č. 10 – Pracovní list konečná verze ZŠ s lektorem

Exkurze k periodické tabulce prvků – ZŠ lektor

1. Kdo a ve kterém století zformuloval periodický zákon? Napište vlastními slovy, co tento zákon říká.

2. Napište barvu a skupenství chloru, bromu a jodu.

3. Vypiš značky a názvy alespoň 3 prvků v tabulce, které nejsou fyzicky vystavené. Z jakého důvodu nejsou vystavené?

4. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v elementárním (nesloučeném) stavu?

- a) sodík, měď, železo, stříbro
- b) zlato, uhlík, kyslík, síra
- c) uran, chlor, draslík, vodík
- d) fosfor, vápník, hořčík, fluor

5. Přiřaďte symbol k významu pro živé organismy:

Δ																	
	•											△	△	△	△	△	
△	△			△	△	△	△	△	•	△	△		△	•	△	△	
△	△				△	•					•				•	△	
•	•										•	•	•	•	•	•	•
•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•										
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

- a) Spojte značku vlevo s vlastností vpravo:
- makrobiogenní (důležité, větší množství)
 - △ toxické (jedovaté)
 - Δ mikrobiogenní (důležité, menší množství)
- b) Vypište ke každé kategorii, alespoň 2 příklady prvků, napište značku a název.

6. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kov/nekov
síra			
rtuť			
kyslík			
fosfor			
stříbro			

7. Podle popisu vzorku napište, o který prvek se jedná:

- a) Velmi lehký stříbřitě lesklý kov, uchovávaný v zatavených skleněných ampulích, využívající se v akumulátorech (nabíjecích bateriích).
- b) Drahý kov žluté barvy, který se používá ve šperkařství nebo v potravinářském průmyslu či elektrotechnickém průmyslu, protože velmi dobře vede elektřinu.
- c) Nejrozšířeněji používaný stříbřitě modrošedý prvek, který není ani kov, ani nekov a je součástí mikročipů v telefonech. Využívá se k výrobě polovodičů.
- d) Nekov, jedna z jeho modifikací je černá a křehká, další modifikace se používá ve šperkařství nebo například na řezání skla a je nejtvrdějším nerostem na Zemi.

8. **Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:**
- a) jsou při běžné pokojové teplotě (kolem 20 °C) kapalné

 - b) jsou plynného skupenství

 - c) jsou plynného skupenství a jsou důležité ve velkém množství (makrobiogenní) pro živé organismy

 - d) jsou kovy
9. **Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), kolik jich znali při bitvě na Bílé Hoře (1620 n.l.) a kolik prvků známe dnes?**
10. **Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a které prvky by byly kapalné na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C). Pro jednoduchost předpokládejme, že tlak je stejný jako na Zemi. Náповěda – zapněte si na tabulce záložku skupenství.**

Příloha č. 11 – Pracovní list konečná verze ZŠ s lektorem – řešení

Exkurze k periodické tabulce prvků – ZŠ lektor – řešení

- 1. Kdo a ve kterém století zformuloval periodický zákon? Napište vlastními slovy, co tento zákon říká.**

Dmitrij Ivanovič Mendělejev, 19. století. Fyzikální a chemické vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel.

- 2. Napište barvu a skupenství chloru, bromu a jodu.**

Chlor – Cl, plyn, zelenožlutý; Brom – Br, kapalina, červenohnědá; Jod – I, pevná látka, krystalky černé, páry fialové

- 3. Vypiš značky a názvy alespoň 3 prvků v tabulce, které nejsou fyzicky vystavené. Z jakého důvodu nejsou vystavené?**

Dvě možná řešení – 1) radioaktivní (Tc, Pm, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og); 2) velice reaktivní (F)

- 4. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v elementárním (nesloučeném) stavu?**

zlato, uhlík, kyslík, síra

- 5. Přiřaďte symbol k významu pro živé organismy:**

a) • – toxické, \triangle – mikrobiogenní, Δ – makrobiogenní b) toxické – Be, Al, Ni, As, Tc, Cd, Te, Cs, Ba, Pm, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og; mikrobiogenní – B, F, Si, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ge, Se, Br, Rb, Sr, Mo, I; makrobiogenní – H, C, N, O, Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca

6. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kov/nekov
síra	Žlutá	Pevné	Nekov
rtuť	Stříbrná	Kapalné	Kov
kyslík	Bezbarvá	Plynné	Nekov
fosfor	Černá, fialová, červená, bílá (viz Obrázek 9)	Pevné	Nekov
stříbro	Stříbrná	Pevné	Kov

7. Podle popisu vzorku napište, o který prvek se jedná:

a) lithium b) zlato c) křemík d) uhlík

8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

a) Hg, Br b) H, He, N, O, F, Ne, Cl, Ar, Kr, Xe, Rn c) H, N, O, Cl

d) Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, At, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn

9. Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), kolik jich znali při bitvě na Bílé Hoře (1620 n.l.) a kolik prvků známe dnes?

3500 př.n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn; 1620 n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn + S, As, Sb, Bi, Zn (13 prvků); dnes – 118 prvků

10. Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a které prvky by byly kapalné na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C). Pro jednoduchost předpokládejme, že tlak je stejný jako na Zemi. Náповěda – zapněte si na tabulce záložku skupenství.

Venuše – Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Zn, Cd, Ga, In, Tl, Sn, Pb, Bi, Se, Te, Po; Mars – Cl, Rn

Příloha č. 12 – Pracovní list konečná verze SŠ s lektorem

Exkurze k periodické tabulce prvků – SŠ lektor

1. Kdo a ve kterém roce zformuloval periodický zákon? Napište vlastními slovy, co tento zákon říká.

2. Napište barvu a skupenství halogenů, které jsou vystavené.

3. Vypiš značky a názvy alespoň 3 prvků v tabulce, které nejsou fyzicky vystavené. Z jakého důvodu nejsou vystavené?

4. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v elementárním (nesloučeném) stavu?

- a) sodík, měď, zlato, stříbro
- b) platina, uhlík, kyslík, síra
- c) uran, jod, draslík, vodík
- d) argon, radon, helium, fluor

5. Přiřad'te symbol k významu pro živé organismy:

△																		
	•										△	△	△	△	△			
△	△			△	△	△	△	△	•	△	△	△	△	△				
△	△				△	•								•	△			
•	•										•	•	•	•	•	•	•	•
•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•										
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

a) Spojte značku s vlastností:

- makrobiogenní
- △ toxické
- Δ mikrobiogenní

b) Vypište ke každé kategorii, alespoň 2 příklady prvků, napište značku a název.

6. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kovový charakter
měď			
gallium			
helium			
fosfor			
arsen			

7. Podle popisu vzorku napište, o který prvek se jedná:

- a) Velmi lehký stříbřitě lesklý kov, uchovávaný v zatavených skleněných ampulích, využívající se v akumulátorech.
- b) Drahý kov žluté barvy, který se používá ve šperkařství nebo v potravinářském průmyslu či elektrotechnickém průmyslu, protože velmi dobře vede elektřinu.
- c) Nejrozšířeněji používaný stříbřitě modrošedý polokov, který je součástí mikročipů a využívá se k výrobě polovodičů.
- d) Nekom, jedna z jeho modifikací je černá a křehká, další modifikace se používá ve šperkařství nebo například na řezání skla a je nejtvrdějším nerostem na Zemi.
- e) Šedý až stříbřitý kov s nejvyšší teplotou tání, vysokou hustotou, který se nachází ve starších typech žárovek s žhavicím vláknem.

- 8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:**
- a) jsou při běžné pokojové teplotě (kolem 20 °C) kapalné.

 - b) jsou plynného skupenství a makrobiogenní.

 - c) jsou kovy s vysokou hustotou.
- 9. Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), kolik jich znali při bitvě na Bílé Hoře (1620 n.l.) a kolik prvků známe dnes?**
- 10. Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a které prvky by byly kapalné na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C). Pro jednoduchost předpokládejme, že tlak je stejný jako na Zemi. Náповěda – zapněte si na tabulce záložku skupenství.**

Příloha č. 13 – Pracovní list konečná verze SŠ s lektorem – řešení

Exkurze k periodické tabulce prvků – SŠ lektor – řešení

1. Kdo a ve kterém roce zformuloval periodický zákon? Napište vlastními slovy, co tento zákon říká.

Dmitrij Ivanovič Mendělejev, 1869. Fyzikální a chemické vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel.

2. Napište barvu a skupenství halogenů, které jsou vystavené.

Chlor – Cl, plyn, zelenožlutý; Brom – Br, kapalina, červenohnědá; Jod – I, pevná látka, krystalky černé, páry fialové

3. Vypiš značky a názvy alespoň 3 prvků v tabulce, které nejsou fyzicky vystavené. Z jakého důvodu nejsou vystavené?

Dvě možná řešení – 1) radioaktivní (Tc, Pm, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og);
2) velice reaktivní (F)

4. Která z následujících možností obsahuje pouze prvky nacházející se v přírodě v elementárním (nesloučeném) stavu?

platina, uhlík, kyslík, síra

5. Přiřad'te symbol k významu pro živé organismy:

a) • – toxické, \triangle – mikrobiogenní, Δ – makrobiogenní b) toxické – Be, Al, Ni, As, Tc, Cd, Te, Cs, Ba, Pm, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og; mikrobiogenní – B, F, Si, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ge, Se, Br, Rb, Sr, Mo, I; makrobiogenní – H, C, N, O, Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca

6. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kovový charakter
měď	Červená	Pevné	Nekov
gallium	Stříbrná	Pevné	Kov
helium	Bezbarvá	Plynné	Nekov
fosfor	Černá, fialová, červená, bílá (viz Obrázek 9)	Pevné	Nekov
arsen	Šeda	Pevné	Polokov

7. Podle popisu vzorku napište, o který prvek se jedná:

a) lithium b) zlato c) křemík d) uhlík e) wolfram

8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

a) Hg, Br c) H, N, O, Cl d) Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, U, Np, Pu

9. Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), kolik jich znali při bitvě na Bílé Hoře (1620 n.l.) a kolik prvků známe dnes?

3500 př.n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn; 1620 n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn + S, As, Sb, Bi, Zn (13 prvků); dnes – 118 prvků

10. Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a které prvky by byly kapalné na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C). Pro jednoduchost předpokládejme, že tlak je stejný jako na Zemi. Nápověda – zapněte si na tabulce záložku skupenství.

Venuše – Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Zn, Cd, Ga, In, Tl, Sn, Pb, Bi, Se, Te, Po; Mars – Cl, Rn

5. Zapněte si na tabulce trend elektronegativity:

- Určete, která barva značí nejnižší a která nejvyšší elektronegativitu.
- Napište dva prvky s nízkou a dva prvky s vysokou elektronegativitou.
- Jak se mění elektronegativita v tabulce? Popište vlastními slovy.
- Určete, jak se v PTP mění hustota.

6. Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a které prvky by byly kapalné na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C)? Pro jednoduchost, tlak předpokládáme, že je stejný jako na Zemi. Náповěda – zapněte si na tabulce záložku skupenství.

7. Přiřad'te symbol k významu pro živé organismy:

△																	
	•										△	△	△	△	△		
△	△			△	△	△	△	△	•	△	△	△	△	△	△		
△	△				△	•					•				•	△	
•	•										•	•	•	•	•	•	•
•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•										
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

- Spojte značku vlevo s vlastností vpravo:
 - makrobiogenní (důležité, větší množství)
 - △ toxické (jedovaté)
 - △ mikrobiogenní (důležité, menší množství)

- b) Vypište ke každé kategorii, alespoň 2 příklady prvků, napište značku a název.
- c) Co můžeme říci o prvcích, které nejsou označené-nesvítí (např. Au – zlato)?
- d) Toto rozdělení však není jednoznačné, například chlor je prvek obsažen v lidském těle, ale během první světové války se používal jako bojový plyn.
- i. Určete alespoň další dva prvky, které spadají do více kategorií.
 - ii. Zkuste vysvětlit, čím je tato nejednoznačnost způsobená.

8. Napište názvy a značky alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

- a) jsou při běžné pokojové teplotě (kolem 20 °C) kapalné.
- b) jsou plynného skupenství a důležité ve větším množství (makrobiogenní) pro živé organismy.
- c) jsou kovy.

9. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kov/nekov
síra			
rtuť			
kyslík			
fosfor			
stříbro			

10. Některé prvky v tabulce jsou před korozí chráněny v ampulích (např. praseodym – prvek s protonovým číslem 59), naopak jiné prvky chráněné nejsou a reagují se vzdušným kyslíkem (např. chrom, titan) a vytvářejí ochrannou vrstvu před dalšími reakcemi (tomuto procesu se říká pasivace).

- a) Hliník je kov bělavě šedé barvy, jaký rozdíl pozorujete mezi vzorky hliníku ve vitríně? Který vzorek myslíte, že je pasivovaný a který naopak ne?

Příloha č. 15 – Pracovní list konečná verze ZŠ bez lektora – řešení

Exkurze k periodické tabulce prvků – ZŠ bez lektora – řešení

1. Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), kolik jich lidstvo znalo při bitvě na Bílé Hoře (1620 n.l.) a kolik prvků známe dnes? Proč znali v období starověké Mezopotámie právě tyto prvky?

3500 př.n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn; 1620 n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn + S, As, Sb, Bi, Zn (13 prvků); dnes – 118 prvků. V Mezopotámii znali tyto prvky, protože se v přírodě vyskytují v elementárním (nesloučeném) stavu.

2. S pomocí internetu nebo vyučujícího napište kdo a ve kterém století zformuloval periodický zákon? Napište vlastními slovy, co říká. Náповěda: Je po něm pojmenován prvek s protonovým číslem 101.

Dmitrij Ivanovič Mendělejev, 19. století. Fyzikální a chemické vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel.

3. Periodický zákon říká, že prvky ve stejných skupinách mají podobné fyzikální a chemické vlastnosti. Napište ke každému prvku druhý z dvojice, u kterého očekáváte podobné fyzikální a chemické vlastnosti.

a) Na – Li, K, Rb, Cs, Fr; b) Ca – Be, Mg, Sr, Ba, Ra; c) C – Si, Ge, Sn, Pb

4. Některé prvky v tabulce nejsou vystavené, napište značku a název alespoň 3 a vysvětlete, proč vystavené nejsou.

Dvě možná řešení – 1) radioaktivní (Tc, Pm, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og); 2) velice reaktivní (F)

5. Zapněte si na tabulce trend elektronegativity:

a) nejnižší je modrá, nejvyšší je červená b) nízká – Fr, Cs, Rb, K, Na, Li, Ra, Ba, Sr, Ca; vysoká – N, O, F, Cl c) elektronegativita klesá v periodě a klesá ve skupině

6. Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a které prvky by byly kapalné na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C)? Pro jednoduchost, tlak předpokládáme, že je stejný jako na Zemi. Nápověda – zapněte si na tabulce záložku skupenství.

Venuše – Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Zn, Cd, Ga, In, Tl, Sn, Pb, Bi, Se, Te, Po; Mars – Cl, Rn

7. Přiřaďte symbol k významu pro živé organismy:

a) • – toxické, \triangle – mikrobiogenní, Δ – makrobiogenní b) toxické – Be, Al, Ni, As, Tc, Cd, Te, Cs, Ba, Pm, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og; mikrobiogenní – B, F, Si, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ge, Se, Br, Rb, Sr, Mo, I; makrobiogenní – H, C, N, O, Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca

c) neoznačené prvky tělu neprospívají ani neubližují d) i) Br, I, Co, C ii) Záleží zdali jsou prvky vázané ve sloučenině a jaké nebo zda jsou v elementárním stavu, zároveň také na dávce prvku.

8. Napište názvy a značky alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

a) Hg, Br b) H, He, N, O, F, Ne, Cl, Ar, Kr, Xe, Rn c) H, N, O, Cl
d) Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, At, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn

9. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kov/nekov
síra	Žlutá	Pevné	Nekov
rtuť	Stříbrná	Kapalné	Kov
kyslík	Bezbarvá	Plynné	Nekov
fosfor	Černá, fialová, červená, bílá (viz Obrázek 9)	Pevné	Nekov
stříbro	Stříbrná	Pevné	Kov

10. Některé prvky v tabulce jsou před korozi chráněny v ampulích (např. praseodym – prvek s protonovým číslem 59), naopak jiné prvky chráněné nejsou a reagují se vzdušným kyslíkem (např. chrom, titan) a vytvářejí ochrannou vrstvu před dalšími reakcemi (tomuto procesu se říká pasivace).

a) Vzorek mimo ampuli nemá kovový lesk, protože je pasivovaný. Vzorek v ampuli je kovově lesklý (viz Obrázek 10). Pasivace chrání hliník před další korozi na vzduchu a pasivovaný hliník je tak velmi odolný vůči korozi.

Příloha č. 16 – Pracovní list konečná verze SŠ bez lektora

Exkurze k periodické tabulce prvků – SŠ bez lektora

- 1. Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), kolik jich lidstvo znalo při bitvě na Bílé Hoře (1620 n.l.) a kolik prvků známe dnes? Proč znali v období starověké Mezopotámie právě tyto prvky?**
- 2. S pomocí internetu nebo vyučujícího napište, kdo a ve kterém roce zformuloval periodický zákon? Napište vlastními slovy, co nám říká.**
- 3. Na základě znalosti periodického zákona napište alespoň 3 dvojice prvků, u kterých očekáváte, že mají podobné fyzikální a chemické vlastnosti.**
- 4. Některé prvky v tabulce nejsou vystavené, napište značku a název alespoň 3 a vysvětlete, proč vystavené nejsou.**

5. Zapněte si na tabulce trend elektronegativity:

- Určete, která barva značí nejnižší a která nejvyšší elektronegativitu.
- Napište dva prvky s nízkou elektronegativitou a napište dva prvky s vysokou elektronegativitou. Ke každému prvku uveďte chemickou sloučeninu, ve které se vyskytuje.
- Slovy popište, jak se mění elektronegativita v tabulce.
- Obdobně určete barevný přechod a změnu v tabulce u jiného trendu například atomový poloměr, hustota nebo ionizační energie.

6. Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C)? Pro jednoduchost, tlak předpokládáme, že je stejný jako na Zemi.

7. Přiřad'te symbol k významu pro živé organismy:

Δ																	
	•											◻	Δ	Δ	Δ	Δ	◻
Δ	Δ			◻	◻	◻	◻	◻	•	◻	◻		◻	•	◻	◻	
◻	◻				◻	•					•				•	◻	
•	•										•	•	•	•	•	•	•
•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

				•										
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

a) Spojte značku s vlastností:

- makrobiogenní
- △ toxické
- Δ mikrobiogenní

b) Vypište ke každé kategorii, alespoň 2 příklady prvků, napište značku a název.

c) Co můžeme říct o prvcích, které nejsou označené (např, Au)?

d) Toto rozdělení však není jednoznačné, jedním z prvků, který spadá do více kategorií je chlor:

i. Určete alespoň tři prvky, které spadají do více kategorií.

ii. Zkuste vytvořit hypotézu, čím je tato nejednoznačnost způsobená.

8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

a) jsou při běžné pokojové teplotě (kolem 20 °C) kapalné.

b) jsou plynného skupenství a makrobiogenní.

c) jsou kovy s vysokou hustotou.

9. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kovový charakter
měď			
gallium			
helium			
fosfor			
křemík			

10. Některé prvky v tabulce jsou před korozí chráněny v ampulích (např. praseodym – prvek s protonovým číslem 59), naopak jiné prvky chráněné nejsou, a tak se neubránily reakci se vzdušným kyslíkem – např. bismut, vanad:

a) Jak tento proces, tvorby ochranné vrstvy na povrchu kovu, nazýváme?

b) Bismut je bílý kov, jaké barvy však pozorujete na jeho povrchu?

Příloha č. 17 – Pracovní list konečná verze SŠ bez lektora – řešení

Exkurze k periodické tabulce prvků – SŠ bez lektora - řešení

1. Které prvky znalo první obyvatelstvo Mezopotámie (3500 př.n.l.), kolik jich lidstvo znalo při bitvě na Bílé Hoře (1620 n.l.) a kolik prvků známe dnes? Proč znali v období starověké Mezopotámie právě tyto prvky?

Řešení: 3500 př.n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn; 1620 n.l. – C, Cu, Ag, Au, Hg, Fe, Pb, Sn + S, As, Sb, Bi, Zn (13 prvků); dnes – 118 prvků. V Mezopotámii znali tyto prvky, protože se v přírodě vyskytují v elementárním (nesloučeném) stavu.

2. S pomocí internetu nebo vyučujícího napište, kdo a ve kterém roce zformuloval periodický zákon? Napište vlastními slovy, co nám říká.

Dmitrij Ivanovič Mendělejev, 1869. Fyzikální a chemické vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel.

3. Na základě znalosti periodického zákona napište alespoň 3 dvojice prvků, u kterých očekáváte, že mají podobné fyzikální a chemické vlastnosti.

např. Na – K, K – Rb, Ca – Mg, P – As, S – Se, C – Si, Si – Ge, Al – Ga, Cl – Br

4. Některé prvky v tabulce nejsou vystavené, napište značku a název alespoň 3 a vysvětlete, proč vystavené nejsou.

Dvě možná řešení – 1) radioaktivní (Tc, Pm, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og); 2) velice reaktivní (F)

5. Zapněte si na tabulce trend elektronegativity:

a) nejnižší je modrá, nejvyšší je červená b) nízká – Fr, Cs, Rb, K, Na, Li, Ra, Ba, Sr, Ca; vysoká – N, O, F, Cl; sloučeniny – např. NaCl, KCl, CaO, CaF₂, NaNO₃, NO₂ c) elektronegativita klesá v periodě a klesá ve skupině s rostoucím protonovým číslem

6. Které prvky by byly kapalné na Venuši (průměrná teplota kolem 460 °C) a na Marsu (průměrná teplota kolem -70 °C)? Pro jednoduchost, tlak předpokládáme, že je stejný jako na Zemi.

Venuše – Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Zn, Cd, Ga, In, Tl, Sn, Pb, Bi, Se, Te, Po; Mars – Cl, Rn

7. Přiřaďte symbol k významu pro živé organismy:

a) • – toxické, \triangle – mikrobiogenní, Δ – makrobiogenní b) toxické – Be, Al, Ni, As, Tc, Cd, Te, Cs, Ba, Pm, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og; mikrobiogenní – B, F, Si, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ge, Se, Br, Rb, Sr, Mo, I; makrobiogenní – H, C, N, O, Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca

c) neoznačené prvky tělu neprospívají ani neubližují d) i) Br, I, Co, C ii) Záleží zdali jsou prvky vázané ve sloučenině a jaké nebo zdali jsou v elementárním stavu, zároveň také na dávce prvku

8. Napište názvy alespoň dvou prvků, které splňují následující podmínky:

a) Hg, Br c) H, N, O, Cl d) Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, U, Np, Pu

9. Doplňte tabulku:

Prvek	Barva	Skupenství (20 °C)	Kovový charakter
měď	Červená	Pevné	Nekov
gallium	Stříbrná	Pevné	Kov
helium	Bezbarvá	Plynné	Nekov
fosfor	Černá, fialová, červená, bílá (viz Obrázek 9)	Pevné	Nekov
křemík	Modrošedá	Pevné	Polokov

10. Některé prvky v tabulce jsou před korozi chráněny v ampulích (např. praseodym – prvek s protonovým číslem 59), naopak jiné prvky chráněné nejsou, a tak se neubráníly reakci se vzdušným kyslíkem – např. bismut, vanad:

a) pasivace, v praxi se pasivace využívá v procesu eloxace – elektrochemická tvorba rovnoměrné kompaktní vrstvy oxidu na povrchu a prvek je ochráněn před úplnou oxidací b) všechny barvy, modrá, fialová, žlutá, zelená a další