

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA CHEMIE

DUSÍK, FOSFOR A JEJICH SLOUČENINY VE VÝUCE

CHEMIE NA STŘEDNÍ ŠKOLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vít Mrákota

Učitelství chemie pro střední školy (maior)

Učitelství matematiky pro střední školy (minor)

Vedoucí práce: PaedDr. Vladimír Sirotek, CSc.

Plzeň 2023

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím
uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni 30. června 2023

.....

vlastnoruční podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji PaedDr. Vladimírovi Sirotkovi, CSc. za odborné vedení práce, poskytování
rad a materiálových podkladů a za pomoc při formálním zpracování práce.

Obsah

1	Úvod	1
2	Teoretická část – Obecné vlastnosti dusíku a fosforu	2
2.1	Obecné vlastnosti dusíku a fosforu	2
2.2	Dusík	3
2.2.1	Základní fyzikální a chemické vlastnosti dusíku.....	3
2.2.2	Laboratorní příprava dusíku	5
2.2.3	Průmyslová výroba dusíku	6
2.2.4	Využití a význam.....	6
2.2.5	Binární sloučeniny dusíku	7
2.2.6	Kyslíkaté sloučeniny dusíku.....	10
2.3	FOSFOR.....	13
2.3.1	Základní fyzikální a chemické vlastnosti fosforu.....	14
2.3.2	Průmyslová výroba fosforu	16
2.3.3	Binární sloučeniny fosforu	16
2.3.4	Kyslíkaté sloučeniny fosforu.....	17
2.3.5	Další sloučeniny fosforu.....	19
3	Didaktická část - Současná výuka na středních školách.....	20
3.1	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia RVP – G	20
3.1.1	Masarykovo gymnázium Plzeň	22
3.1.2	Učivo v hodinách chemie	23
3.2	Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělávání 53-43-M/01 Laboratorní asistent.....	24

3.2.1	Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická ...	26
3.2.2	26
3.2.3	Učivo v hodinách chemie	27
3.2.4	27
3.2.5	Mezi doporučené učebnice pro studenty Střední zdravotnické školy patří Chemie v kostce autorů K. Růžičková a B. Kotlík. Dále učebnice Odmaturuj z chemie od kolektivu Benešová M., Pfeifertová E., Satrapová H.	27
3.3	Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělávání 18-20-M/01 Informační technologie	28
3.3.1	INFIS – Střední škola informatiky a finančních služeb	29
4	Praktická část	31
4.1	Návrhy demonstračních chemických pokusů do hodin chemie	31
4.1.1	Vznik umělé mlhy (13 str. 86).....	31
4.1.2	Obsah dusíku ve vzduchu (14 str. 43)	32
4.1.3	Příprava dusíku (15 str. 101)	33
4.1.4	Výroba a vlastnosti černého střelného prachu (14 str. 51)	34
4.1.5	Bengálské ohně (16 str. 198).....	35
4.1.6	Rozdílnost v zápalné teplotě červeného a bílého fosforu (17)	37
4.1.7	Příprava nitrocelulózy (13 str. 87).....	38
4.2	Návrhy chemických pokusů – samostatné pokusy pro žáky	39
4.2.1	Slučování plynného amoniaku s chlorovodíkem (14 str. 46).....	39
4.2.2	Vlastnosti bílého fosforu – samozápalnost (14 str. 35)	40
4.2.3	Reakce kyseliny dusičné s kovy (14 str. 49)	41
4.2.4	Důkaz dusíku v organických sloučeninách (14 str. 69).....	42

4.2.5	Biuretová reakce (16 str. 261)	43
4.2.6	Rušená krystalizace – Zlatý déšť (13 str. 7)	44
4.3	Normy pro laboratorní cvičení pro SŠ	45
4.3.1	Vybraná pravidla bezpečné práce ve školní laboratoři vzhledem k tématu	46
4.3.2	Zvláštní požadavky na práci ve školní laboratoři – vybraná pravidla	46
4.3.3	Příklady nevhodných kombinací uložení chemikálií	47
4.4	Pracovní list – Anorganická chemie – dusík a fosfor.....	48
4.5	Pracovní list – Anorganická chemie - vzorové řešení.....	50
4.6	Vzorové zadání testu	52
4.7	Vzorové zadání testu - řešení	54
5	Závěr:.....	56
6	Citovaná literatura	57
7	Resume	59

1 Úvod

Diplomová práce shrnuje podstatné a důležité informace o dusíku, fosforu a jejich významných sloučeninách, ale také porovnává způsob výuky tématu na vybraných středních školách v Plzni. V diplomové práci je teoretická didaktická část, ve které se objevují informace o vybraných sloučeninách, a také praktická část, která se zabývá porovnáním způsobu, jak je toto téma vyučováno na různých typech škol.

Diplomová práce zahrnuje i návody na zajímavé laboratorní práce a pokusy, pracovní list pro procvičení a zopakování tématu a vzorový test.

Diplomová práce navazuje na mou bakalářskou práci z roku 2015 – Prvky skupiny dusíku a jejich významné sloučeniny.

2 Teoretická část – Obecné vlastnosti dusíku a fosforu

Prvky 15. skupiny periodické soustavy prvků (PSP) jsou v literatuře označovány různými způsoby. Někdy starším způsobem jako prvky V. A skupiny, lze nalézt také označení „pentely“, někdy jsou nazývány také jako p³-prvky. Jedná se o dusík, fosfor, arsen, antimon, bismut. Diplomová práce se zabývá zejména dusíkem a fosforem.

2.1 Obecné vlastnosti dusíku a fosforu

Základní atomové vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 1. Atomy obou prvků mají ve valenčních orbitalech pět elektronů, konfigurace ns² np³.

Dusík je za běžné teploty plyn, ostatní prvky jsou pevné látky, krystalující v různých alotropických modifikacích. (1)

Tabulka 1 **Základní charakteristiky dusíku a fosforu**

Z	Značka	Elektronová konfigurace	Elektro-negativita	Teplota (°C)		Oxidační číslo
				tání	varu	
7	N	(He) 2s ² 2p ³	3,1	-210	-195,8	-III, -II, -I, I, II, III, IV, V
15	P	(Ne) 3s ² 3p ³	2,1	44,1 *	280,0	-III, -II, I, II, III, IV, V

* bílý fosfor

Prvky mohou sdílet tři elektronové páry ve třech kovalentních vazbách. Snaží se dosáhnout stabilní konfigurace nejbližšího vzácného plynu a mají v těchto sloučeninách nejmenší oxidační číslo –III (např. v amoniaku NH₃). Mohou však odevzdat až všech pět valenčních elektronů a mít ve sloučeninách oxidační číslo až V (např. ve fluoridu fosforečném PF₅). (1) (2)

Protože je dusík prvek druhé periody, obsahuje pouze s a p orbitaly. To je důvodem, že může vázat nejvýše 4 vazebné partnery – to znamená, že je maximálně čtyřvazný (například v iontu NH₄⁺). Fosfor již má k dispozici orbital d, čímž se zvyšují jeho vazebné možnosti. Fosfor může být až šestivazný. Umožňuje to například vznik polyfosforečné kyseliny. Dusík a fosfor jsou nekovy, jejich oxidy jsou kyselinotvorné. Dusík i fosfor jsou makro-biogenní prvky, které mají nezastupitelnou funkci v živých organismech. (2)

2.2 Dusík

Chemická značka dusíku je N. Dusík se vyskytuje ve všech třech skupenstvích v dvouatomových molekulách N₂.

Dusík byl jako prvek objeven v druhé polovině 18. století. Tehdy byla objevena složka vzduchu, která brání hoření plamene. Tento plynný prvek popsal jako první Carl Wilhelm Scheele již v roce 1777. Následně bylo také objeveno, že běžně používaná kyselina dusičná a dusičnany (ledky), jsou sloučeniny obsahující dusík. A tak byl pro dusík navržen název nitrogène/nitrogenium (ledkotvorný). (3)

Většina dusíku se vyskytuje v zemské atmosféře jako molekuly N₂ (přibližně 78 % objemu vzduchu). Vzduch je tedy hlavním zdrojem dusíku pro chemickou výrobu. Vázaný dusík se vyskytuje zejména v dusičnanech a bílkovinách. (2)

V přírodě vznikají sloučeniny obsahující atomy dusíku převážně činností mikroorganismů. Protože prakticky všechny anorganické soli jsou velmi dobře rozpustné, téměř se nevyskytuje v běžných horninách. Tyto látky byly v průběhu času již z půdy vymyty a odneseny do řek a oceánů, kde se účastní již probíhajících biologických cyklů. Výjimku tvoří např. chilský ledek neboli dusičnan sodný NaNO₃, který pravděpodobně vznikl rozkladem rostlinných a živočišných látek. (1)(2)

Nadměrně velké množství sloučenin dusíku, které se dostávají do životního prostředí, jsou především antropogenního původu.

2.2.1 Základní fyzikální a chemické vlastnosti dusíku

Za normálních podmínek je dusík plyn, je bezbarvý, bez chuti a bez zápachu, špatně rozpustný ve vodě, nehořlavý a hoření nepodporuje. Molekula N₂ je mimořádně stálá, mezi atomy dusíku je trojná vazba s velkou vazebnou energií (945 kJ.mol⁻¹). Tato trojná vazba způsobuje jeho nízkou reaktivitu a vysokou stabilitu. S většinou látek reaguje až při zvýšené teplotě a za zvýšeného tlaku. Za laboratorní teploty reaguje pouze s lithiem, hořčíkem a vápníkem. (3)

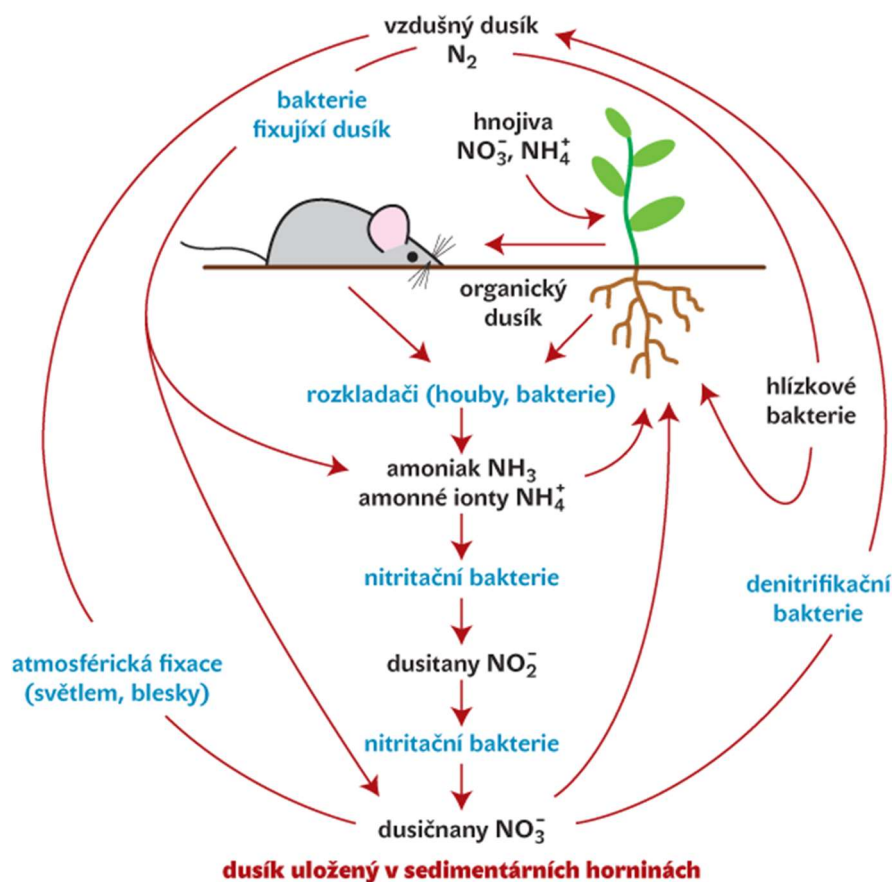
Oproti molekule dusíku je atomární dusík značně reaktivní, proto jej nelze uchovávat. Vysoká reaktivita atomárního dusíku je způsobena třemi nepárovými valenčními elektrony v orbitalech 2p. Atom dusíku může docílit stability přijetím až tří

elektronů (oxidační číslo –III, -II, -I), nebo odevzdáním až 5 elektronů (oxidační číslo I, II, III, IV nebo V). Dusík má třetí největší hodnotu elektronegativity po kyslíku a fluoru.

Velké množství sloučenin dusíku patří do oblasti organické chemie. Rostliny ho přijímají kvůli svému růstu a nevylučují ho. Živočiškové ho využívají k tvorbě bílkovin a vylučují ho v podobě močoviny, amoniaku nebo kyseliny močové. (2) (3)

Tabulka 2 Příklady sloučenin dusíku v různých oxidačních stavech

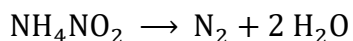
oxidační číslo dusíku	chemický vzorec	název
-III	NH ₃	amoniak
-II	N ₂ H ₄	hydrazin
-I	NH ₂ OH	hydroxylamin
0	N ₂	dusík
I	N ₂ O	oxid dusný
II	NO	oxid dusnatý
III	KNO ₂	dusitan draselný
IV	NO ₂	oxid dusičitý
V	HNO ₃	kyselina dusičná



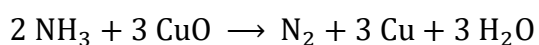
Obrázek 1 Cyklus dusíku v přírodě (4)

2.2.2 Laboratorní příprava dusíku

Nejčastější laboratorní příprava dusíku je tepelným rozkladem koncentrovaného roztoku dusitanu amonného. Během této reakce mohou vznikat také oxidy dusíku, které se odstraňují promýváním chromsírovou směsí (směs dichromanu draselného a kyseliny sírové). (2)



Velmi čistý dusík lze v laboratoři získat také reakcí s oxidem měďnatým za vysoké teploty (1000 °C). (1)



2.2.3 Průmyslová výroba dusíku

Dnes se dusík průmyslově vyrábí výhradně rektifikací zkapalněného vzduchu. Dusík přitom tvoří spíše přebytky při výrobě kyslíku, který je žádanější. Při postupném ochlazování se odděluje jako první kapalný CO_2 . Při dalším poklesu teploty dochází k oddělení kapalného kyslíku a dusíku (případně ještě s argonem). Kapalná směs zbavená vzácných plynů je pak dělena v rektifikační koloně. (2)(3)

2.2.4 Využití a význam

Plynný dusík se ukládá do tlakových nádob (pod tlakem 15 MPa) označených zeleným pruhem. Také se používá jako důležitý prvek zajišťující ochrannou atmosféru při citlivých chemických reakcích. Dusík je výchozí surovinou při výrobě amoniaku a oxidu dusnatého.

Zkapalněný dusík je používán jako chladicí medium v řadě procesů, během kterých je potřeba udržet prostředí a látky na velmi nízké teplotě (např. uchovávání tkání nebo spermii a vajíček v lázni z kapalného dusíku), k chlazení polovodičových obvodů v elektrotechnice a v medicíně (např. léčba bradavic). (2)

2.2.5 Binární sloučeniny dusíku

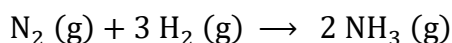
Amoniak

Amoniak NH_3 (azan, starším názvem čpavek) je nejvýznamnější sloučenina dusíku s vodíkem. Za běžných podmínek se jedná o bezbarvý, štiplavě páchnoucí plyn, lehčí než vzduch, který leptá sliznice. Používá se jako hnojivo a surovina pro výrobu dalších anorganických a organických sloučenin. V přírodě vzniká amoniak rozkladem dusíkatých látek organického původu. Molekula NH_3 je polární, s volným elektronovým párem na atomu dusíku. Má tvar trojboké pyramidy. Amoniak je díky autoprotolýze schopen vázat i uvolňovat proton. (2)

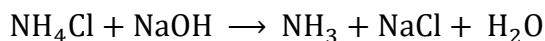


V chemických reakcích má nejčastěji zásaditou povahu a vzniká amonný kation NH_4^+ . Amoniak se velmi dobře rozpouští ve vodě a částečně s ní reaguje. Plynný amoniak se v poslední době využívá jako chladicí a hnací medium v chladírenství (náhradou za freony). (3)

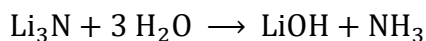
Amoniak se průmyslově vyrábí vysokotlakou syntézou z čistých prvků. Tato výroba je po kyselině sírové druhou největší v celosvětovém měřítku. Jedná se o katalytické slučování dusíku a vodíku (katalyzátorem je železo) za výrazně zvýšeného tlaku (20 - 100 MPa) a vysoké teploty (nad 500 °C). (1)



Amoniak lze v laboratoři připravit z amonných solí působením silného hydroxidu



Amoniak také vzniká hydrolýzou nitridů kovů



Amonné soli (NH_4^+) jsou nejčastěji bílé krystalické látky, dobře rozpustné ve vodě, lehce těkavé. Za vyšší teploty se rozkládají. Amoniak se může účastnit ve vodných roztocích protolytických reakcí, ale také komplexotvorných reakcí, jako donor elektronového páru. Je to velmi významný ligand v komplexních sloučeninách.

Nejvíce se využívá amoniaku v průmyslové výrobě kyseliny dusičné a při výrobě dusíkatých hnojiv. Výroba kyseliny dusičné probíhá dle reakcí uvedených dále v kapitole věnované této látce:

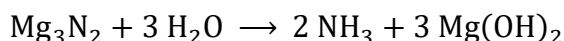
Tabulka 3 **Použití vybraných amonných solí (2)**

Vzorec	Název	Použití
NH ₄ Cl	chlorid amonný	v suchých člancích, při pájení
(NH ₄) ₂ SO ₄	síran amonný	průmyslové hnojivo
NH ₄ NO ₃	dusičnan amonný	průmyslové hnojivo, výroba třaskavin
(NH ₄) ₂ CO ₃	uhličitan amonný	součást kypřících prášků do pečiva
(NH ₄) ₂ S	sulfid amonný	v analytické chemii - důkazy kationtů

Nitridy

Nitridy jsou dvouprvkové sloučeniny dusíku s jinými prvky, nejčastěji sloučeniny kovů s dusíkem, kde dusík má oxidační číslo –III. Většinou to jsou pevné látky s velmi vysokými teplotami tání a varu. Nitridový anion N³⁻ je vynikajícím ligandem zvláště vůči přechodným kovům druhé a třetí řady. Je považován za nejsilnější π-donor elektronů.

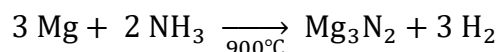
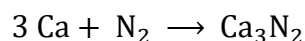
Nejběžnějším příkladem iontových nitridů je nitrid lithný Li₃N (teplota tání 538 °C za rozkladu) a jemu podobné sloučeniny M₃N₂, kde M může být Be, Mg, Ca, Sr, Ba. Iontové nitridy tvoří bezbarvé krystaly a v reakci s vodou se rozkládají za vzniku amoniaku:



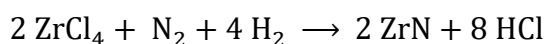
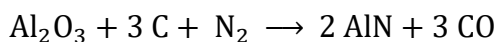
Příkladem kovalentních nitridů jsou například nitrid boritý BN nebo nitrid fosforečný P₃N₅. Specifickou skupinou jsou nitridy prvků 13. skupiny (III.A), které mají složení MN, kde M může být B, Al, Ga, In a Tl. (2)

Nejzrozsáhlejší skupinou nitridů jsou kovové nitridy, které mají obecný vzorec MN, M₂N a M₄N. Tyto látky jsou velmi často neprůsvitné, velmi tvrdé, chemicky stálé. Odolávají i vysokým teplotám, mají kovový lesk a jsou vodivé. Teploty tání nitridů jsou velmi vysoké, až kolem 2000 °C. Tvrdost kovových nitridů je často vyšší než 8 (topas) a někdy se blíží až 10 (diamant). Pro svou vysokou tvrdost jsou nitridy velmi často používány pro tvorbu chemických laboratorních kelímků, vysokoteplotních reakčních nádob, pouzder termoelektrických článků apod. (2) (3)

Nitridy lze připravit například přímou reakcí kovů s dusíkem N₂ nebo amoniakem NH₃ (obvykle za vysokých teplot)



Častou variantou je také redukce oxidu nebo halogenidu kovu uhlíkem za přítomnosti dusíku. Nebo reakce kovů s kapalným amoniakem (jako meziprodukt vzniká kovový amid): (3)



2.2.6 Kyslíkaté sloučeniny dusíku

Oxidy dusíku

Reakcí dusíku a kyslíku vznikají oxidy, ve kterých mají atomy dusíku oxidační číslo I až V. Mezi nejvýznamnější oxidy dusíku patří oxid dusnatý NO a oxid dusičitý NO₂ (dimer N₂O₄). Tyto oxidy vznikají během redoxních reakcí dusíkatých sloučenin, jsou to meziprodukty při výrobě kyseliny dusičné z amoniaku. Oxidy dusíku jsou také častou složkou emisí z průmyslových provozů a výfukových plynů z dopravní techniky. Tyto oxidy jsou jedovaté a jejich zvýšená koncentrace poškozuje a narušuje životní prostředí. Oxidy dusíku s oxidačním číslem II až V jsou hlavními složkami tzv. suchého (losangeleského) smogu. (2)(3)

Oxid dusný N₂O, který se také nazývá „rajský plyn“, je bezbarvý plyn, slabě zapáchá a má nasládlou chuť. Dříve byl používán jako narkotizační plyn při chirurgických zákrocích, dnes se používá jako hnací plyn (např. šlehačka ve spreji). (2)

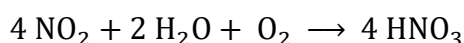
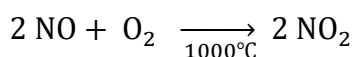
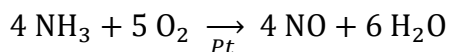
Oxid dusnatý NO je bezbarvý plyn, jedovatý, který při kontaktu s kyslíkem reaguje na oxid dusičitý. Jedná se o důležitý meziprodukt při výrobě kyseliny dusičné.

Oxid dusičitý NO₂ je hnědočervený plyn, který je silně jedovatý. Má charakteristický zápach. Při normálních podmínkách dimeruje na N₂O₄, který je bezbarvý. Oxid dusičitý je posledním meziproduktem při výrobě kyseliny dusičné a snadno se rozpouští ve vodě za vzniku kyseliny dusité a kyseliny dusičné. (1)

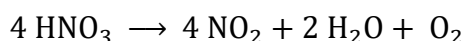
Kyseliny dusíku

Kyselina dusitá HNO₂ musí být uchovávána pouze v chladných, silně zředěných roztocích. Jinak není stálá, při vyšších teplotách nebo ve větší koncentraci se rychle rozkládá na kyselinu dusičnou, oxid dusnatý a vodu. Dusitany jsou na rozdíl od kyseliny stabilnější a využívají se při organických syntézách. Kyselina dusitá má oxidační i redukční účinky. V reakcích, při kterých je kyselina dusitá redukčním činidlem se oxiduje na kyselinu dusičnou, nebo na anion dusičnanový. Pokud figuruje v reakci jako oxidační činidlo, redukuje se na oxid dusnatý, nebo na oxid dusný, dusík, případně až na amoniak. Kyselina dusitá se používá především při výrobě barviv. (2)(3)

Kyselina dusičná HNO₃ je silná kyselina, je silným oxidačním činidlem a je to velmi významná velkoobjemová chemikálie v anorganickém průmyslu. Čistá kyselina je bezbarvá. Je velmi dobře mísitelná s vodou v jakémkoliv poměru. Vysoce koncentrovanou kyselinu lze vyrobit speciálními postupy dle následujících reakcí: (1) (2)



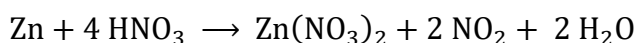
Vlivem působení světla pomalu rozkládá, proto je uchovávána v tmavých zásobních lahvích. Oxid dusičitý, který vzniká při rozkladu kyseliny, zůstává přítomný v roztoku a barví jej postupně až do hnědočervena.



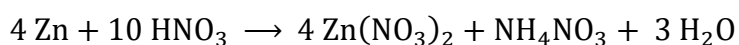
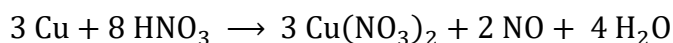
Nejvýznamnější je zpracování kyseliny na výrobu průmyslových hnojiv, v organických syntézách jako nitrační činidlo, a při výrobě dalších anorganických látek a výbušnin. Reakce některých kovů s kyselinou ovlivňuje její koncentrace, teplota a typ kovu. Čím je kyselina zředěnější a čím je kov méně ušlechtilý, tím silněji se kyselina redukuje. Hliník, železo a chrom reagují pouze se zředěnou kyselinou, protože v koncentrované kyselině dochází k pasivaci kovu – na povrchu kovu se v koncentrované kyselině vytvoří souvislá vrstva oxidů, která brání další reakci. (1)

Při rozpouštění ušlechtilých kovů (Pb, Cu, Ag, Hg) v koncentrované kyselině dusičné se kyselina redukuje až na oxid dusičitý. Reakcí se zředěnou kyselinou dochází k silnější redukci, vzniká oxid dusnatý. V případě reakce neušlechtilých kovů (Zn, Cd, Mg) a zředěné kyseliny dusičné se uvolňuje vodík ve stavu zrodu, který redukuje kyselinu až na amoniak, který se váže ve formě NH₄NO₃. (1)

Příklad reakce kovu s koncentrovanou kyselinou dusičnou:



Příklad reakce kovu se zředěnou kyselinou dusičnou:



Dusičnany

Dusičnany NO_3^- jsou ve vodě velmi dobře rozpustné soli kyseliny dusičné. Při zahřátí dochází k jejich rozkladu. Některé dusičnany jsou také používány jako průmyslová hnojiva (ledky). Jedná se o silná oxidační činidla.

NaNO_3	dusičnan sodný	chilský ledek
KNO_3	dusičnan draselný	draselný ledek
NH_4NO_3	dusičnan amonný	amonný ledek
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	dusičnan vápenatý	vápenatý ledek

Dusičnan sodný je již několik století používán jako přírodní hnojivo bohaté na dusík. Dále je využíván k výrobě buničiny, umělých vláken. Slouží jako oxidační činidlo při přípravě výbušnin, třaskavin, bengálských ohňů a samozápalných směsí. V průmyslu masných potravin se používá jako konzervační látka.

Dusičnan draselný je stejně jako většina dusičnanů používán jako dusíkaté hnojivo. Pro své silné oxidační účinky slouží při výrobě střelného prachu a dalších třaskavin nebo samozápalných směsí. V potravinářském průmyslu se používá jako konzervační látka pro masné výrobky, ryby a sýry.

Dusičnan amonný je také často používané hnojivo bohaté na obsah dusíku. Dusičnan amonný se také využívá k výrobě výbušnin, třaskavin, bengálských ohňů a samozápalných směsí.

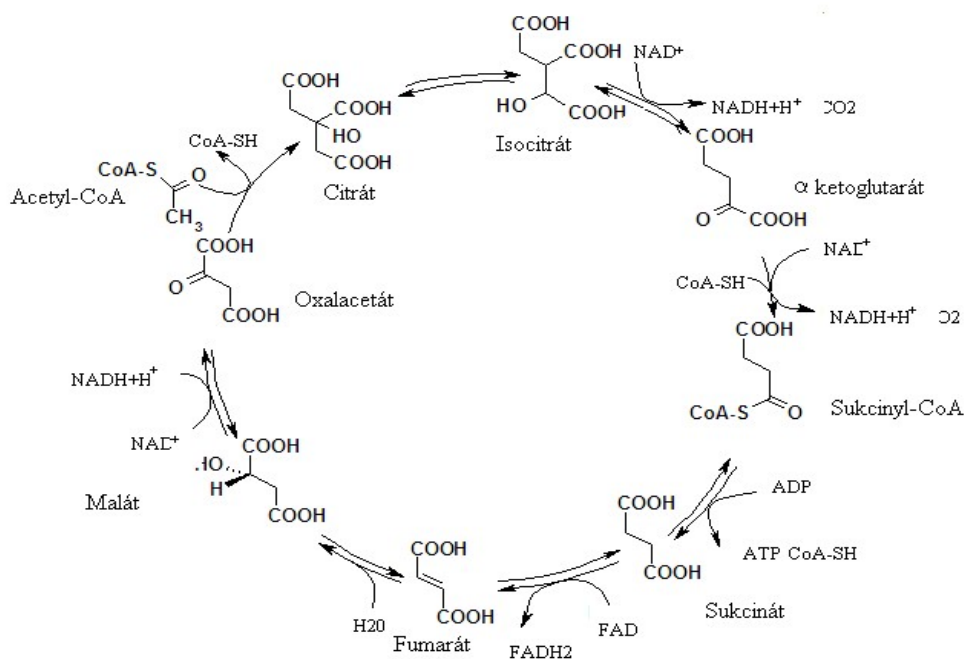
Dusičnan vápenatý je v současnosti mimo funkce hnojiva používán ve stavebním průmyslu, kde urychluje zrání a tvrdnutí betonu. Při úpravě odpadních vod zabraňuje tvorbě sulfanu při odbourávání organických látek.

2.3 FOSFOR

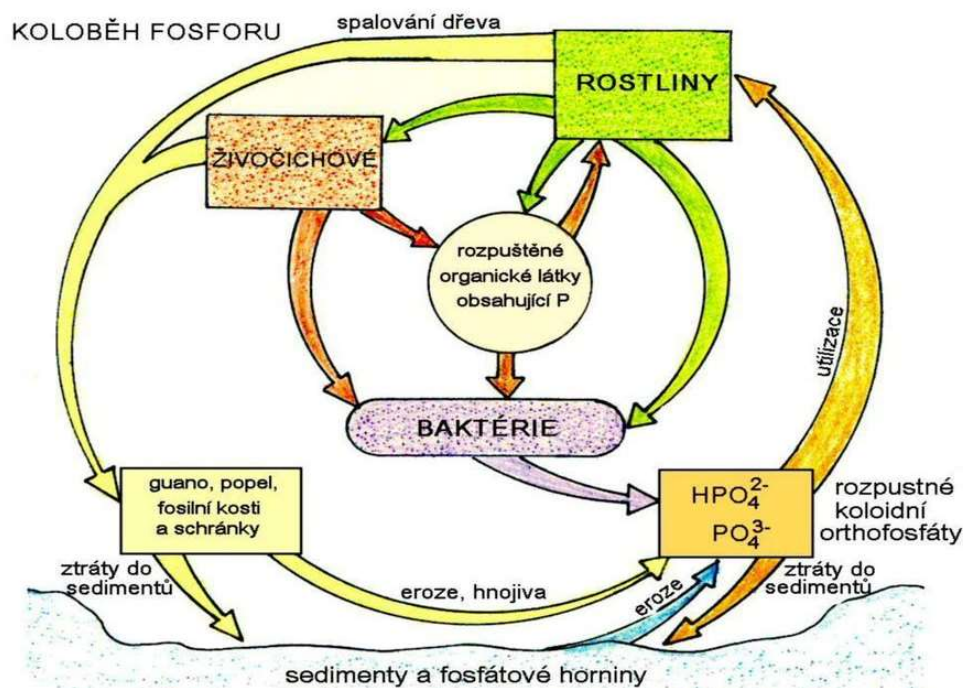
Fosfor je nekov, chemická značka je P. Čistý fosfor byl poprvé izolován v roce 1669 Henningem Brandtem (jednalo se tehdy o bílý fosfor). V přírodě se vyskytuje pouze vázaný ve formě sloučenin odvozených od kyseliny fosforečné, tedy s oxidačním číslem V. (5)

Nejdůležitějším minerálem s obsahem fosforu je apatit (fluoroapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, chloroapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$, nebo hydroxyapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$). Apatit v dnešní době slouží jako základní surovina pro průmyslovou výrobu fosforu a především jeho sloučenin. (1) (2)

Fosfor je významný biogenní prvek, který je v tělech živočichů uložen především v kostech a zubech. Sloučeniny fosforu jsou významnou složkou důležitých organických makromolekul, jako jsou deoxyribonukleová kyselina DNA a ribonukleová kyselina RNA. Sloučeniny fosforu se účastní důležitých metabolických cyklů jako součást energetických přenašečů (adenosindifosfát ADP, adenosintrifosfát ATP). Odštěpování fosforečnanového aniontu z ATP je biologicky velmi významná reakce, proces se označuje jako citrátový cyklus (Krebsův cyklus). V průběhu tohoto cyklu se uvolňuje velké množství energie. (2) (5)



Obrázek 2 Citrátový cyklus (6)



Obrázek 3 Cyklus fosforu v přírodě (7)

2.3.1 Základní fyzikální a chemické vlastnosti fosforu

Fosfor jako čistý prvek existuje v různých alotropických modifikacích, které se liší svými vlastnostmi. Nejběžnější jsou:

Bílý fosfor – nejreaktivnější ze všech alotropických modifikací, prudce jedovatý, samozápalný, na vzduchu nestálý. Je tvořen tetraedrickými molekulami P₄. Je to měkká látka nažloutlé barvy, kterou lze krájet nožem. Oxidací vzdušným kyslíkem dochází k fosforescenci (vyzařování světla) jeho par ve tmě. Dlouhodobé uchování je možné pouze ponořením do vody, která zabraňuje jeho samovolnému vzplanutí. Bílý fosfor je ve vodě nerozpustný, dobře se ale rozpouští v sirouhlíku CS₂. Díky své reaktivitě se již za normální pokojové teploty slučuje s mnoha látkami. Kovy, které lze snadno redukovat (především ušlechtilé kovy) z jejich sloučenin, fosfor vylučuje a zčásti s nimi tvoří jedovaté fosfidy. (2) (3)

Bílý fosfor bývá používán i jako zbraň, jako součást „fosforové“ bomby, jejichž účinkem na lidský organismus jsou velmi vážné, často smrtelné, popáleniny.

Červený fosfor – nejedovatý, poměrně stálý, amorfní s polymerní strukturou. Na rozdíl od bílého fosforu vzplane až při silném lokálním zahřátí, není samovznětlivý. Tyto

vlastnosti se využívají při výrobě různých pyrotechnických potřeb a na výrobu zápalek (společně se skelným prachem a oxidem manganičitým MnO_2 na škrtačku). Červený fosfor je výchozí látkou, ze které se připravují téměř všechny další sloučeniny obsahujících fosfor.

Červený fosfor nefosforeskuje. Na vzduchu je neomezeně stálý, je nerozpustný v polárních i nepolárních rozpouštědlech. Teplota tání je $597\text{ }^\circ\text{C}$. S většinou prvků reaguje až při vyšších teplotách. (2)

Černý fosfor – je velmi stálý, jeho fyzikální vlastnosti připomínají kovy. Má kovový lesk, je dobře vodivý tepelně i elektricky, struktura je polymerní. Díky jeho kovovým vlastnostem je často využíván na výrobu polovodičů typu N v elektrotechnice. Ze všech těchto tří modifikací je černý fosfor nejstabilnější.

Tabulka 4 **Příklady sloučenin fosforu v různých oxidačních stavech**

oxidační číslo	chemický vzorec	název
-III	PH_3	fosfan
-II	P_2H_4	difosfan
0	P_4	fosfor
I	H_3PO_2	kyselina fosforná
II	P_2Cl_4	chlorid fosfornatý
III	PCl_3	chlorid fosforitý
IV	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$	kyselina difosforičitá
V	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	fosforečnan vápenatý

2.3.2 Průmyslová výroba fosforu

Výroba čistého fosforu probíhá v průmyslovém měřítku redukcí fosforečnanů uhlíkem (koks) v přítomnosti křemenného písku (oxid křemičitý na sebe váže oxid vápenatý). Souhrnně lze celý proces vyjádřit reakcí:



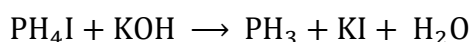
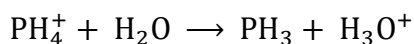
V průběhu procesu vzniká oxid fosforečný, ze kterého se dále vyrábí fosforečnany, nebo kyselina fosforečná. Bílý fosfor, který vzniká touto reakcí, se z větší části také spaluje na oxid fosforečný. (1) (2)

2.3.3 Binární sloučeniny fosforu

Fosfan

Fosfan PH_3 je za normálních podmínek plyn, jedovatý, bez zápachu, velmi špatně rozpustný ve vodě. Zápach technického fosfanu způsobují nečistoty.

Difosfan P_2H_4 je bezbarvá samozápalná kapalina, je také jedovatý a značně reaktivní. Fosfan lze nejlépe připravit působením vody na kation fosfonia PH_4^+ nebo rozkladem fosfoniových solí alkalickým hydroxidem:



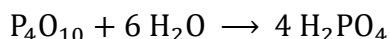
Nejčastěji se do organismu dostává vdechnutím, což způsobuje silné podráždění plic, otoky plic až smrt. Může dojít k potížím trávicího traktu, poškození ledvin, zhroucení krevního oběhu a poruchy centrální nervové soustavy.

Po otravě fosfanem dochází ke smrti obvykle do čtyř dnů (může k ní ale dojít až za týden). Dlouhodobá expozice účinkům fosfanu způsobuje bolesti zubů, otékání čelistí, nekrózy v dutině ústní, výrazné úbytky tělesné hmotnosti a samovolné zlomeniny kostí. Fosfan je inhibitorem řady enzymů. (2)

2.3.4 Kyslíkaté sloučeniny fosforu

Oxidy fosforu

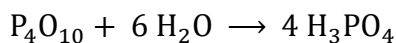
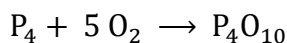
Oxid fosforečný P_2O_5 vzniká spalováním fosforu. Obvykle se vyskytuje se ve formě dimerních molekul P_4O_{10} , má velmi hygroskopické vlastnosti, proto se velmi často používá např. v exsikátorech k vysoušení látek. Jde se o pevnou bílou látku, která při reakci s vodou poskytuje kyselinu trihydrogenfosforečnou. (2)



Oxid fosforitý P_4O_6 – bílá krystalická látka, velmi jedovatá. V chladné vodě se rozpouští pomalu a vzniká kyselina fosforitá. V horké vodě se rozkládá a vzniká fosfan a kyselina trihydrogenfosforečná. Vyrábí se spalováním bílého fosforu za nízkého přístupu vzduchu. (3)

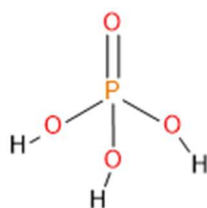
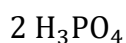
Kyseliny fosforu

Kyselina trihydrogenfosforečná H_3PO_4 je velmi významná sloučenina fosforu. Za normálních podmínek bezbarvá krystalická látka (teplota tání je $42^\circ C$), středně silná trojsytná kyselina, slabé oxidační účinky, je poměrně stálá, má velmi vysoký bod varu, se silnými hygroskopickými účinky. Průmyslově se vyrábí spalováním fosforu za přítomnosti vodní páry.

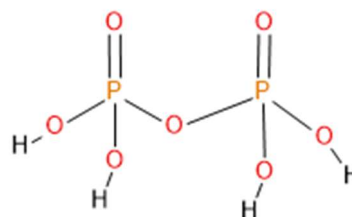
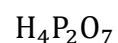


Během zahřívání se z ní uvolňují molekuly vody a kyselina polymeruje postupným spojováním fosforečnanových skupin až na celou řadu polyfosforečných kyselin s obecným vzorcem $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$ (2)(3)

kyselina trihydrogenfosforečná

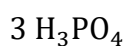


kyselina tetrahydrogendifosforečná

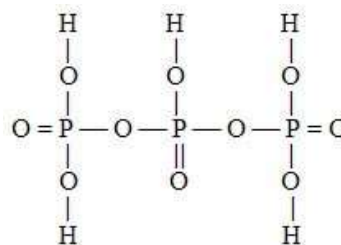
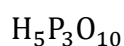


(8)

kyselina trihydrogenfosforečná



kyselina pentahydrogentrifosforečná



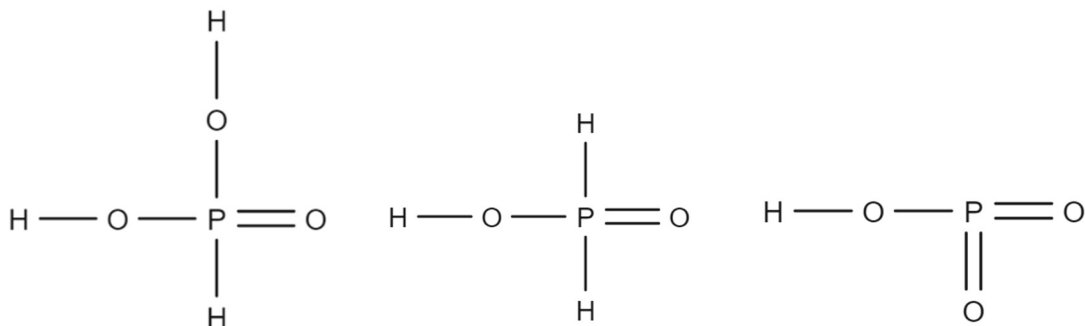
(9)

Obrázek 5 **Strukturní vzorce vybraných polyfosforečných kyselin**

Většina kovů se v kyselině fosforečné nerozpouští. Během reakce se zředěnou kyselinou fosforečnou se na povrchu kovů tvoří tenká vrstvička nerozpustných fosforečnanů a dochází k pasivaci.

Poskytuje tři řady solí: dihydrogenfosforečnany H_2PO_4^- , hydrogenfosforečnany HPO_4^{2-} a fosforečnany PO_4^{3-} . Všechny soli alkalických kovů se ve vodě rozpouští. Dihydrogenfosforečnany také tvoří rozpustné soli kovů alkalických zemin.

Mezi další kyseliny fosforu patří kyselina fosforitá H_3PO_3 , která může uvolnit maximálně dva protony H^+ , je tedy maximálně dvojsytná. Kyselina fosforná H_3PO_2 a kyselina metafosforečná HPO_3 mohou uvolnit pouze jeden proton, jsou tedy pouze jednosytné. V těchto kyselinách jsou za „kyselé vodíky“ považovány pouze ty, které jsou na centrální atom fosforu vázány přes kyslík.



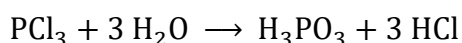
Obrázek 6 kyselina fosforitá

kyselina fosforná

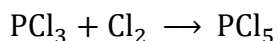
kyselina fosforečná

2.3.5 Další sloučeniny fosforu

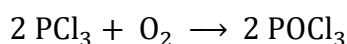
Chlorid fosforitý PCl_3 vzniká přímým slučováním chloru s fosforem, je to bezbarvá kapalina. Obecně platí, že halogenidy fosforité jsou za normálních podmínek stabilní látky. Hydrolyzují ale na kyselinu fosforitou a halogenvodíkovou kyselinu.



Chlorid fosforečný PCl_5 vzniká spalováním fosforu v nadbytku chloru, nebo sloučením chloridu fosforitého s chlorem.



Chlorid fosforylu POCl_3 (oxid-trichlorid fosforečný, trichlorid fosforylu) je bezbarvá kapalina. V průmyslovém měřítku se připravuje reakcí chloridu fosforitého s čistým kyslíkem. (3)



Hlavní využití chloridu fosforylu je ve výrobě organofosfátů v organických syntézách, které se používají jako zpomalovače hoření a změkčovače v plastech.

3 Didaktická část - Současná výuka na středních školách

Kapitola 3 obsahuje porovnání kurikulárních dokumentů tří různých středních škol (s různými zaměřením) a výuky chemie na nich vzhledem k tématu diplomové práce. Tímto porovnáním chci ve své práci demonstrovat, že různé střední školy mají různou hodinovou dotaci na výuku daného tématu a tím dochází k zásadnímu rozdílu v množství probrané a odučené látky, rozdílu ve znalostech žáků různých středních škol a následně k rozdílu ve znalostech a jejich uplatnění v praxi, případně při dalším studiu.

3.1 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia RVP – G

Pojetí vzdělávání - září 2021

Vzdělávání na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií má žáky vybavit klíčovými kompetencemi a všeobecným rozhledem na úrovni středoškolsky vzdělaného člověka a tím je připravit především pro vysokoškolské vzdělávání a další typy terciárního vzdělávání, profesní specializaci i pro občanský život.

Gymnázium má vytvářet náročné a motivující studijní prostředí, v němž žáci musejí mít dostatek příležitostí osvojit si stanovenou úroveň klíčových kompetencí, tzn. osvojit si některé důležité vědomosti, dovednosti, postoje a hodnoty a dokázat je využívat v osobním, občanském i profesním životě. Smyslem vzdělávání na gymnáziu není předat žákům co největší objem dílčích poznatků, fakt a dat, ale vybavit je systematickou a vyváženou strukturou vědění, naučit je zařazovat informace do smysluplného kontextu životní praxe a motivovat je k tomu, aby chtěli své vědomosti a dovednosti po celý život dále rozvíjet. (10)

OBEČNÁ CHEMIE

Očekávané výstupy

Žák: využívá odbornou terminologii při popisu látek a vysvětlování chemických dějů
provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů
předvídá vlastnosti prvků a jejich chování v chemických procesech na základě poznatků o periodické soustavě prvků
využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálně-chemických vlastností látek a jejich chování v chemických reakcích

Učivo

soustavy látek a jejich složení, veličiny a výpočty v chemii, stavba atomu, periodická soustava prvků, chemická vazba a vlastnosti látek, tepelné změny při chemických reakcích, rychlost chemických reakcí a chemická rovnováha

ANORGANICKÁ CHEMIE

Očekávané výstupy

Žák: využívá názvosloví anorganické chemie při popisu sloučenin
charakterizuje významné zástupce prvků a jejich sloučeniny, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí
předvídá průběh typických reakcí anorganických sloučenin
využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické chemii

Učivo

vodík a jeho sloučeniny, s-prvky a jejich sloučeniny, p-prvky a jejich sloučeniny
d- a f-prvky a jejich sloučeniny (10)

3.1.1 Masarykovo gymnázium Plzeň

Adresa: Petáková 2, 301 00 Plzeň

www.mgplzen.cz

Školní vzdělávací program - ŠVP „Vzděláním proti průměrnosti“ 79-41-K/41 Gymnázium

Pojetí vzdělávání

Vyučovací předmět chemie vychází ze vzdělávacího oboru Chemie vzdělávací oblasti Člověk a příroda v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia. Chemie má časovou dotaci 2 hodiny týdně a ve druhém a třetím ročníku jednou za tři týdny laboratorní cvičení. Vzdělávací předmět svým badatelským charakterem výuky umožňuje žákům hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů a tím si uvědomovat i užitečnost přírodovědných poznatků a jejich aplikací v praktickém životě. Žáci si rozvíjejí dovednosti soustavně, objektivně a spolehlivě pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných jevů, analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry. Žáci se učí zkoumat příčiny procesů, souvislosti a vztahy mezi nimi, klást si otázky (proč?, jak?, co se stane?) a hledat na ně odpovědi, vysvětlovat pozorované jevy, hledat a řešit praktické problémy. Studenti postupně poznávají složitost skutečností, podstatné souvislosti mezi stavem přírody a lidskou činností, především závislost člověka na přírodních zdrojích, vlivy lidské činnosti na životní prostředí a lidské zdraví. Učivo navazuje na vzdělávací obsah předmětu chemie pro základní vzdělávání. Pro výuku chemie je k dispozici odborná učebna s didaktickou technikou, ve které je možné provádět demonstrační pokusy. Při laboratorních cvičeních se třída dělí na dvě skupiny a pracuje v chemické laboratoři. Náplň laboratorních cvičení odpovídá dostupnosti chemikálií a je v souladu s předpisy bezpečnosti práce a laboratorním řádem.

Tabulka 5 Týdenní hodinová dotace na výuku chemie

Předmět	Ročník				Celkem
	1.	2.	3.	4.	
Chemie	2	2	2	2	9
Laboratorní práce z chemie		0,5	0,5		

3.1.2 Učivo v hodinách chemie

dusík a fosfor v PSP, vyvozování vaznosti na základě postavení v PSP

konfigurace atomu a vlastnosti prvků, výskyt v přírodě, výroba, příprava

význam dusíku a fosforu (alotropické modifikace), význam pro živé organismy

výskyt prvků vázaných ve sloučeninách

výroba amoniaku, využití amoniaku i možná rizika, fosfan

oxidy dusíku, výskyt, vznik, vliv na životní prostředí

kyselina dusičná, výroba, význam, bezpečnost při práci s kyselinou dusičnou

reakce kovů s kyselinou dusičnou, dusičnany

oxidy fosforu a kyslíkaté kyseliny fosforu

názvosloví solí a hydrogensolí kyselin fosforu, význam solí kyseliny fosforečné jako hnojiva

V hodinách chemie jsou zařazeny demonstrační pokusy. Občas vyučující využívá projektor k promítání chemických pokusů z internetu.

Celková časová dotace na téma: 5 vyučovacích jednotek pro dusík a jeho sloučeniny, 2 vyučovací jednotky pro fosfor a jeho sloučeniny, 1 vyučovací jednotka na laboratorní práce

Laboratorní práce zahrnuje přípravu dusíku z dusitanu amonného, přípravu dusíku rozkladem dichromanu amonného a rozpustnost amoniaku ve vodě (důkaz fenolftaleinem).

Mezi doporučené učebnice pro studenty Masarykova gymnázia v Plzni patří Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl a 2. díl a 3. díl, autorů A. Mareček a J. Honza. Další doporučenou učebnicí je Chemie pro 2. ročník gymnázií od J. Pacáka a Chemie pro 3. ročník gymnázií od J. Čársky.

3.2 Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělávání 53-43-M/01 Laboratorní asistent

Pojetí vzdělávání - září 2020

Vzdělávání vymezené v RVP odborného vzdělávání vychází ze čtyř cílů vzdělávání pro 21. století formulovaných komisí UNESCO (tzv. Delorsovy cíle): učit se poznávat, učit se učit, učit se být, učit se žít s ostatními. RVP stanovují především výsledky (výstupy) vzdělávání – co má žák umět a být schopen na určité úrovni odpovídající jeho předpokladům prokázat. Učivo není cílem vzdělávání, ale prostředkem k dosažení požadovaných výstupů. RVP kladou důraz na význam všeobecného vzdělávání pro rozvoj žáků a na jeho průpravnou funkci pro odborné vzdělávání a pro získání kompetencí potřebných k výkonu povolání. Všeobecné vzdělávání je důležité pro celoživotní vzdělávání (učení), pro porozumění současným jevům ve společnosti i rychlému vývoji vědy a techniky a pro přizpůsobení se měnícím se životním i pracovním podmínkám.

Oblasti všeobecného vzdělávání jsou jednotné pro celý stupeň vzdělání a navazují na RVP základního vzdělávání. RVP stanovují i tzv. průřezová témata. Škola je může realizovat nejen ve výuce, ale také jinými aktivitami.

Výuka přírodních věd přispívá k hlubšímu a komplexnímu pochopení přírodních jevů a zákonů, k formování žádoucích vztahů k přírodnímu prostředí a umožňuje žákům proniknout do dějů, které probíhají v živé i neživé přírodě. Přírodovědné vzdělávání nemůže být nahrazeno pouhou znalostí vybraných faktů, pojmů a procesů. Cílem přírodovědného vzdělávání je především naučit žáky využívat přírodovědných poznatků v profesním i občanském životě, klást si otázky o okolním světě a vyhledávat k nim relevantní, na důkazech založené odpovědi. (11)

Vzdělávací obsah

OBECNÁ CHEMIE

Očekávané výstupy

Žák: rozlišuje pojmy těleso a chemická látka, dokáže porovnat fyzikální a chemické vlastnosti různých látek

popíše stavbu atomu, rozlišuje atom, ion, izotop, nuklid

vysvětlí vznik chemické vazby a charakterizuje typy vazeb

rozlišuje pojmy prvek, sloučenina a používá je ve správných souvislostech

zná názvy a značky vybraných chemických prvků, dokáže zapsat vzorec a název jednoduché sloučeniny, umí využívat oxidační číslo atomu prvku při odvozování vzorců a názvů sloučenin;

vysvětlí obecně platné zákonitosti vyplývající z periodické soustavy prvků, charakterizuje obecné vlastnosti nekovů a kovů

popíše metody oddělování složek ze směsi a uvede příklady využití těchto metod v praxi

vyjádří složení roztoků různým způsobem, připraví roztok požadovaného složení;

vysvětlí podstatu chemických reakcí a dokáže popsat faktory, které ovlivňují průběh reakce, zapíše chemickou reakci chemickou rovnicí a vyčíslí ji

provádí jednoduché chemické výpočty při řešení praktických chemických problémů

Učivo

chemické látky a jejich vlastnosti, částicové složení látek, atom, molekula, chemická vazba, chemické prvky, sloučeniny, chemická symbolika, značky a názvy prvků, oxidační číslo, vzorce a názvy jednoduchých sloučenin, periodická soustava prvků, směsi homogenní a heterogenní a roztoky, chemické reakce, chemické rovnice, výpočty v chemii z rovnic ze vzorců, roztoky

ANORGANICKÁ CHEMIE

Očekávané výstupy

Žák: vysvětlí vlastnosti anorganických látek, tvoří chemické vzorce a názvy anorganických sloučenin;

charakterizuje vybrané prvky a anorganické sloučeniny a zhodnotí jejich využití v odborné praxi a v běžném životě, posoudí je z hlediska vlivu na zdraví a životní prostředí

uplatňuje poznatky o určitých chemických reakcích v chemické analýze

Učivo

anorganické látky, oxidy, kyseliny, hydroxidy, soli, názvosloví anorganických sloučenin, vybrané prvky a anorganické sloučeniny v běžném životě a v odborné praxi.

(11)

3.2.1 Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická

Adresa: Karlovarská 99, 301 00 Plzeň

www.zdravka-plzen.cz

Školní vzdělávací program

Bohužel škola mi neumožnila ani nahlédnout do ŠVP. Dle jejich internetových stránek jej mají k nahlédnutí na vrátnici na požádání. Na místě mi však bylo sděleno, že je k nahlédnutí pouze pro žáky a rodiče žáků.

Týdenní hodinová dotace na výuku chemie: zadané téma diplomové práce je vyučováno v prvním ročníku. V prvním ročníku je časová dotace na chemické vzdělávání 5 hodin týdně. Také probíhají laboratorní práce v délce trvání 2 vyučovací jednotky 1x za 14 dnů.

3.2.2

3.2.3 Učivo v hodinách chemie

dusík a fosfor v PSP, vyvozování vaznosti na základě postavení v PSP

konfigurace atomu a vlastnosti prvků

výskyt v přírodě, výroba, příprava

význam dusíku a fosforu (alotropické modifikace), význam pro živé organismy

výskyt prvků vázaných ve sloučeninách

výroba amoniaku, využití amoniaku i možná rizika, fosfan

oxidy dusíku, výskyt, vznik, vliv na životní prostředí

kyselina dusičná, výroba, význam, bezpečnost při práci s kyselinou dusičnou

reakce kovů s kyselinou dusičnou, dusičnany

oxidy fosforu a kyslíkaté kyseliny fosforu

názvosloví solí a hydrogensolí kyselin fosforu,

význam solí kyseliny fosforečné jako hnojiva

V hodinách chemie jsou zařazeny demonstrační pokusy.

Celková časová dotace na téma: 10 vyučovacích jednotek pro pentely (s důrazem na dusík a fosfor a jejich sloučeniny), 1 laboratorní práce v délce 2 vyučovací jednotky

Laboratorní práce zahrnuje přípravu dusíku z dusitanu amonného, přípravu dusíku rozkladem dichromanu amonného a rozpustnost amoniaku ve vodě (důkaz fenolftaleinem).

3.2.4

3.2.5 Mezi doporučené učebnice pro studenty Střední zdravotnické školy patří Chemie v kostce autorů K. Růžičková a B. Kotlík. Dále učebnice Odmaturuj z chemie od kolektivu Benešová M., Pfeifertová E., Satrapová H.

3.3 Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělávání 18-20-M/01 Informační technologie

Pojetí vzdělávání - září 2020

Vzdělávání vymezené v RVP odborného vzdělávání vychází ze čtyř cílů vzdělávání pro 21. století formulovaných komisí UNESCO (tzv. Delorsovy cíle): učit se poznávat, učit se učit, učit se být, učit se žít s ostatními. RVP stanovují především výsledky (výstupy) vzdělávání – co má žák umět a být schopen na určité úrovni odpovídající jeho předpokladům prokázat. Učivo není cílem vzdělávání, ale prostředkem k dosažení požadovaných výstupů. RVP kladou důraz na význam všeobecného vzdělávání pro rozvoj žáků a na jeho průpravnou funkci pro odborné vzdělávání a pro získání kompetencí potřebných k výkonu povolání. Všeobecné vzdělávání je důležité pro celoživotní vzdělávání (učení), pro porozumění současným jevům ve společnosti i rychlému vývoji vědy a techniky a pro přizpůsobení se měnícím se životním i pracovním podmínkám.

Oblasti všeobecného vzdělávání jsou jednotné pro celý stupeň vzdělání a navazují na RVP základního vzdělávání. RVP stanovují i tzv. průřezová témata. Škola je může realizovat nejen ve výuce, ale také jinými aktivitami. (12)

RVP 18–20-M/01, strana 37 – Kapitola Chemické vzdělávání, Varianta B
Vzdělávací obsah

OBECNÁ CHEMIE

Očekávané výstupy

Žák: dokáže porovnat fyzikální a chemické vlastnosti různých látek

popíše stavbu atomu, vznik chemické vazby, zná názvy, značky a vzorce vybraných chemických prvků a sloučenin;

popíše charakteristické vlastnosti nekovů, kovů a jejich umístění v periodické soustavě prvků;

popíše základní metody oddělování složek ze směsí a jejich využití v praxi;

provádí jednoduché chemické výpočty, které lze využít v odborné praxi;

Učivo

chemické látky a jejich vlastnosti, částicové složení látek, atom, molekula, chemická vazba, chemické prvky, sloučeniny, chemická symbolika, periodická soustava prvků, směsi a roztoky, chemické reakce, výpočty v chemii

ANORGANICKÁ CHEMIE

Očekávané výstupy

Žák: vysvětlí vlastnosti anorganických látek, tvoří chemické vzorce a názvy vybraných anorganických sloučenin;

charakterizuje vybrané prvky a anorganické sloučeniny a zhodnotí jejich využití v odborné praxi a v běžném životě, posoudí je z hlediska vlivu na zdraví a životní prostředí;

Učivo

anorganické látky, oxidy, kyseliny, hydroxidy, soli, názvosloví anorganických sloučenin, vybrané prvky a anorganické sloučeniny v běžném životě a v odborné praxi. (12)

3.3.1 INFIS – Střední škola informatiky a finančních služeb

Adresa: Klatovská 200G, 301 00 Plzeň

www.infis.cz

Školní vzdělávací program - ŠVP „Informační technologie“ 18-20-M/01 Informační technologie

Pojetí vzdělávání

Výuka chemie přispívá ke komplexnímu pochopení přírodních jevů a zákonů, k formování žádoucích vztahů k přírodnímu prostředí. Umožňuje žákům proniknout do dějů, které probíhají v živé i neživé přírodě, využívat přírodovědných poznatků, klást si otázky o okolním světě a vyhledávat k nim relevantní, na důkazech založené odpovědi. Učivo se dotýká všech základních oblastí chemie, se kterými se lze setkat v profesním i občanském životě. Zahrnuje obecnou, anorganickou, organickou chemii a biochemii.

Při výuce je využíváno všech vhodných vyučovacích metod podněcujících aktivitu žáků, především výkladu, moderované diskuse, řešení problémů (kooperativně, v menších skupinách), zadávání jednoduchých domácích projektů zpracovávaných s pomocí počítače a internetu, případně zařazení vhodné exkurze. Tam, kde je to vhodné, jsou žákům poskytovány návody k vlastním domácím experimentům s běžně dostupnými pomůckami. Je-li to vhodné a možné, probíhá výuka některých tematických celků v multimediální učebně s využitím interaktivní tabule či PC.

Tabulka 6 **Hodinová dotace na výuku chemie**

Předmět	Ročník				Celkem
	1.	2.	3.	4.	
Chemie týdně		1			33
Počet vyučovacích hodin za rok		33			

Učivo v hodinách chemie

dusík a fosfor v PSP, vyvozování vaznosti na základě postavení v PSP

konfigurace atomu a vlastnosti prvků

výskyt v přírodě, význam dusíku a fosforu (alotropické modifikace), význam pro živé organismy, výskyt prvků vázaných ve sloučeninách, výroba amoniaku, využití amoniaku i možná rizika, fosfan

oxidy dusíku, výskyt, vznik, vliv na životní prostředí

kyselina dusičná, význam, bezpečnost při práci s kyselinou dusičnou

kyselina fosforečná, význam a využití, názvosloví solí a hydrogensolí kyseliny fosforečné, význam solí kyseliny fosforečné jako hnojiva

V hodinách chemie neprobíhají demonstrační pokusy. Pouze promítání pokusů z internetu.

Celková časová dotace na téma: 3 vyučovací jednotky, laboratorní práce neprobíhají. Žádné učebnice pro výuku chemie nejsou doporučeny.

4 Praktická část

4.1 Návrhy demonstračních chemických pokusů do hodin chemie

Následující chemické pokusy jsou převzaty z literatury. Jedná se o sadu pokusů, které považuji za vhodné pro zadané téma diplomové práce jako demonstrační.

4.1.1 Vznik umělé mlhy (13 str. 86)

Didaktický cíl: Efektní pokus k zaujetí žáků.

Didaktické poznámky: Časová náročnost cca 10 minut.

Pomůcky: železná miska, kahan, třecí miska s tloučkem, trojnožka se sítkou, lodička

Chemikálie: dřevěné uhlí C, dusičnan draselný KNO_3 práškový, chlorid amonný NH_4Cl práškový

Postup: Do železné misky nasypeme stejné množství práškového dřevěného uhlí, stejné množství dusičnanu draselného a stejné množství chloridu amonného. Promícháme a zahříváme obsah misky nad kahanem. Vzniká mlha, která je hustá a těžká tak, že klesá a drží se při zemi.

Poznámka: Dusičnan draselný je zdrojem kyslíku potřebného k hoření uhlíku.

4.1.2 Obsah dusíku ve vzduchu (14 str. 43)

Didaktický cíl: Dusík tvoří přibližně čtyři pětiny objemu vzduchu, kyslík přibližně jednu pětinu. Pokusem lze názorně žákům ukázat a demonstrovat tuto informaci.

Didaktické poznámky: Časová náročnost pro učitele cca 10 minut. Budeme pracovat s fosforem, proto z bezpečnostních důvodů použít pouze jako demonstrační verzi pokusů. Lze také použít jako motivaci do začátku hodiny o dusíku nebo fosforu.

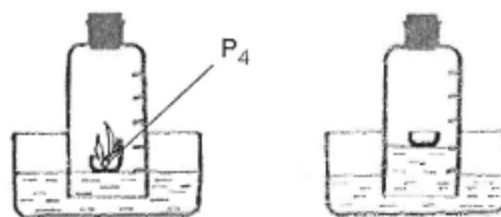
Pomůcky: skleněný zvon, porcelánová miska, skleněná vana

Chemikálie: červený fosfor P, voda

Postup: Na skleněný zvon s tubusem vyznačíme pět značek rozdělujících jeho objem na stejné části. Na malou porcelánovou misku dáme kousek červeného fosforu velikosti hrášku (doporučeno asi 0,4g na 1 litr vzduchu). Misku s fosforem vložíme pod zvon, který umístíme do skleněné vany s vodou tak, aby první značka byla na úrovni hladiny. Zbytek objemu je rozdělen na pět stejných částí. Hořící špejli, kterou prostrčíme hrdlem zvonu, zapálíme fosfor a zvon co nejrychleji uzavřeme.

Vysvětlení: Fosfor na misce hoří, dokud je v uzavřeném prostoru skleněného zvonu vzdušný kyslík. Po ukončení reakce a ochlazení plynů vystoupí hladina vody ve zvonu. Přilijeme do skleněné vany vodu, dokud se hladiny v obou nádobách nevyrovnají. Můžeme odečíst změnu objemu vzduchu ve zvonu (přibližně jedna pětina). Vložíme-li nyní do zvonu hořící špejli, zhasne, protože kyslík byl spotřebován a zbylé čtyři pětiny objemu vzduchu tvoří dusík a plyny nepodporující hoření.

Probíhající reakce: $5 \text{O}_2 + \text{P}_4 \rightarrow 2 \text{P}_2\text{O}_5$



Obrázek 7 Aparatura v průběhu pokusu a po jeho zakončení (14 str. 43)

4.1.3 Příprava dusíku (15 str. 101)

Didaktický cíl: Ukázka laboratorní přípravy dusíku a některých jeho vlastností.

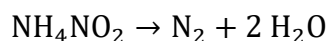
Didaktické poznámky: Časová náročnost cca 15 minut.

Pomůcky: dělicí nálevka, skleněná vana, kádinka, kahan, skleněná trubička, 2 větší zkumavky, frakční baňka, špejle, kahan, zápalky

Chemikálie: destilovaná voda, chlorid amonný NH_4Cl roztok ($w = 40\%$), dusitan sodný NaNO_2 nasycený roztok

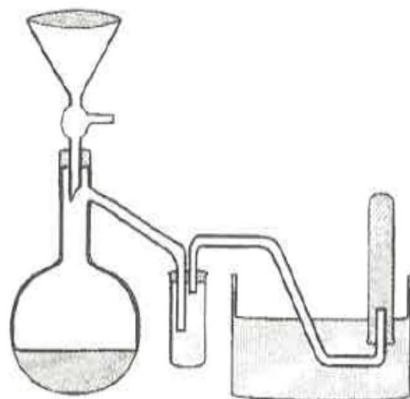
Postup: V destilační baňce zahřejeme 5 ml chloridu amonného a po kapkách přidáváme nasycený roztok dusitanu sodného. Plyn jímáme do zkumavek. Důkaz vznikajícího dusíku provedeme hořící špejlí.

Probíhající reakce: $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_2 + \text{NaCl}$



Poznámka: Je doporučeno převádět vznikající dusík přes trubičku naplněnou natronovým vápnem, zachycuje vznikající vodu. Vznikající dusík je doporučeno vést a jímat pod vápennou vodou. Vznikající plyn je lehčí než vzduch, zapálená špejle v něm nehoří a nereaguje s vápennou vodou.

Obrázek 8 Aparatura na přípravu dusíku (15 str. 101)



4.1.4 Výroba a vlastnosti černého střelného prachu (14 str. 51)

Didaktický cíl: Dusičnany se používají jako oxidační činidla při výrobě třaskavin, výbušnin a pyrotechniky. Černý střelný prach je důležitou chemickou látkou, která se do Evropy dostala z Číny. Je vhodné zařadit mezioborové vztahy chemie a dějepisu (historie střelného prachu).

Didaktické poznámky: Časová náročnost pro učitele cca 15 minut. Pro žáky SŠ je pokus nevhodný. Pokus provádíme v digestoři a s obličejovým ochranným štítem. Z bezpečnostních důvodů použít pouze jako demonstrační verzi pokusů.

Pomůcky: 3 třecí misky s tloučky, 3 lžičky, filtrační papír, železná miska nebo keramická dlaždice

Chemikálie: dřevěné uhlí C, síra S, dusičnan draselný KNO_3

Postup: Ve třecích miskách rozetřeme vždy samostatně dvě malé lžičky dusičnanu draselného, jednu a čtvrt lžičky síry a půl malé lžičky dřevěného uhlí.

Všechny složky smícháme přesypáváním na filtračním papíru a nasypeme do železné misky, kterou postavíme do misky s pískem v digestoři. Směs zapálíme špejlí.

Alternativa: Pokud jsou žáci dostatečně vzdáleni, lze železnou misku umístit na trojnožku a pod ní kahan, který směs zapálí. Lze tím demonstrovat, že tato směs se vznítí i při vyšší teplotě.

Vysvětlení: V tomto pokusu se využívá dusičnan jako silné oxidační činidlo. Dochází k prudké exotermické reakci. Uvolňuje se značný objem plynu. Právě velký objem uvolněného plynu, který vzniká při velmi prudké exotermické reakci, sloužil v minulosti ve střelných zbraních k vypuzení projektilu z hlavně nebo při trhání skal v kamenoprůmyslu.

Obvyklé složení černého střelného prachu je: 75 % KNO_3 + 10 % síry + 15 % dřevěného uhlí. Dřevěné uhlí by mělo být co nejméně vypálené s co nejvyšším obsahem uhlíku. V praxi se střelný prach vyrábí pro trhací a demoliční práce s nižším obsahem dusičnanu (60–70 %) a pro vojenské využití s obsahem KNO_3 74–75 %. Trhací prachy se dělí podle obsahu dusičnanu na pomalé, střední a rychlé.

Probíhající reakce: $10 \text{KNO}_3 + 3 \text{S} + 8 \text{C} \rightarrow 2 \text{K}_2\text{CO}_3 + 3 \text{K}_2\text{SO}_4 + 6 \text{CO}_2 + 5 \text{N}_2$

4.1.5 Bengálské ohně (16 str. 198)

Didaktický cíl: Dusičnany se používají jako oxidační činidla při výrobě třaskavin, výbušnin a pyrotechniky. Prvků s-skupiny se využívá k různým světelným atrakcím (např. pyrotechnika). Využívá se zde schopnosti s-prvků barvit plamen. Následující pokusy ukáží několik příkladů.

Didaktické poznámky: Časová náročnost pro učitele cca 25 minut. Pro žáky SŠ i ZŠ je pokus nevhodný. Pokus provádíme v digestoři. Z bezpečnostních důvodů použít pouze jako demonstrační verzi pokusů.

Pomůcky: 3 třecí misky s tloučky, 3 lžičky, filtrační papír, kapátko, železná miska nebo keramická dlaždice

Chemikálie: chlorečnan draselný $KClO_3$, škrob, dusičnan strontnatý $Sr(NO_3)_2$ (karmínový plamen), dusičnan barnatý $Ba(NO_3)_2$ (zelený plamen), dusičnan sodný $NaNO_3$ (žlutý plamen), dusičnan vápenatý $Ca(NO_3)_2$ (cihlově červený plamen), kyselina sírová H_2SO_4 konc.

Postup: Ve třecích miskách rozetřeme vždy 5 g chlorečnanu, 4 g škrobu, 3 g dusičnanu příslušného s-prvku k obarvení plamene - každou složku zvlášť!

Všechny složky smícháme přesypáváním na filtračním papíru a nasypeme do železné misky, kterou postavíme do misky s pískem v digestoři. Přikápnutím konc. kyseliny sírové dojde k prudkému vznícení reakční směsi. Barva plamene je dána použitým s-prvkem.

Vysvětlení: V tomto pokusu se využívají 3 reakční složky: silné oxidační činidlo (chlorečnan draselný, dusičnany), hořící látka (škrob) a látky barvící plamen (dusičnany s-prvků, případně d-prvku).

Samovznícení směsi po přidání koncentrované kyseliny sírové je způsobeno její reakcí s chlorečnanem draselným. Při reakci koncentrované kyseliny sírové s chlorečnanem draselným vzniká kyselina chlorečná a hydrogensíran draselný. Při reakci kyseliny sírové s chlorečnanem draselným se uvolňuje teplo, které zapálí směs. Vznikající kyselina chlorečná se okamžitě rozkládá na oxid chloričitý, který se rozkládá na kyslík a chlór.

Uvolňované teplo a vznikající kyslík umožňují hoření hořlavé složky.



Obrázek 9 **Barvení plamene dusičnanem vápenatým** - cihlově červený plamen



Obrázek 10 **Barvení plamene dusičnanem sodným** - žlutý plamen



Obrázek 11 **Barvení plamene dusičnanem strontnatým** - karmínový plamen

Pozor: Směsi mícháme těsně před použitím. Nikdy neponecháme do zásoby. Vše ihned spotřebujeme.

4.1.6 Rozdílnost v zápalné teplotě červeného a bílého fosforu (17)

Didaktický cíl: Zjistit, zda je zápalná teplota červeného a bílého fosforu stejná. Seznámit žáky s tím, že jednotlivé alotropické modifikace fosforu se liší svými fyzikálními vlastnostmi.

Didaktické poznámky: Časová náročnost pro učitele cca 15 minut. Pro žáky SŠ samostatně v laboratoři nevhodné.

Bílý fosfor je jedovatý a extrémně hořlavý!!! Bílý fosfor krájíme pod vodou, všechny zbytky vracíme do zásobní lahve nebo je likvidujeme spálením v plamenu kahanu. Žádný zbytek bílého fosforu nevhazujeme ani do koše, ani nesplachujeme do odpadu!!!

Pomůcky: trojnožka, kahan, železný plech (cca 5x20 cm)

Chemikálie: červený fosfor, bílý fosfor

Obrázek 12 Vznícení bílého fosforu

Postup: Pracujte v ochranných rukavicích a ochranných brýlích. Na plátek železného plechu o délce 20 cm umístěte přibližně 3 cm od jednoho okraje malé množství bílého fosforu a 3 cm od druhého okraje malé množství červeného fosforu.

Železný plech položte na trojnožku a umístěte pod něj hořící kahan tak, aby plamen byl uprostřed železného pásku. Následně lze pozorovat, jak reagují obě formy fosforu na zahřívání. Porovnejte čas vznícení obou modifikací fosforu.



Vysvětlení: Jednotlivé modifikace fosforu se liší svými fyzikálními vlastnostmi. Bílý fosfor se vznítil velmi rychle po tom, co se plech zahřál od kahanu. Červený fosfor jsme nakonec museli přiblížit ke středu plechu, abychom na jeho vznícení nečekali příliš dlouho.

Probíhající reakce: $5 \text{O}_2 + \text{P}_4 \rightarrow 2 \text{P}_2\text{O}_5$

4.1.7 Příprava nitrocelulózy (13 str. 87)

Didaktický cíl: Atraktivní a efektní pokus k zaujetí žáků. Lze spojit s tématem nitrace uhlovodíků.

Didaktické poznámky: Časová náročnost cca 45 minut. Doporučeno začít nitrací na začátku hodiny a pokus dokončit v průběhu nebo na konci vyučovací jednotky.

Pomůcky: skleněná vana, kádinky, kahan, skleněná tyčinka, azbestová síťka, filtrační papír, indikátorové papírky

Chemikálie: destilovaná voda, kyselina dusičná HNO_3 koncentrovaná, kyselina sírová H_2SO_4 koncentrovaná, celulóza (vata)

Postup: Opatrně smícháme ve větší baňce 1 objemový díl koncentrované kyseliny dusičné a 3 objemové díly koncentrované kyseliny sírové. Do vzniklé směsi namočíme vatu. Asi na 20 minut. Skleněnou tyčinkou pak vatu vyjmeme a důkladně ji propereme ve vodě, až voda nebarví lakmusový papírek. Vatu vysušíme filtračním papírem. Vzniklý nitrát umístíme na azbestovou síťku a zapálíme špejlí. Nitrát celulózy prudce vzplane, shoří beze zbytku a za slyšitelného zvukového efektu.

Poznámka: Doporučeno začít nitrací na začátku hodiny a pokus dokončit v průběhu nebo na konci vyučovací jednotky. Čím déle působí nitrační směs, tím je proběhne nitrace do vyššího stupně a tím je výbušnější.

Při práci používejte ochranný štít!!

4.2 Návrhy chemických pokusů – samostatné pokusy pro žáky

Následující chemické pokusy jsou převzaty z literatury. Jedná se o sadu pokusů, které považuji za vhodné do školských laboratoří k upevnění a procvičení znalostí žáků na zadané téma.

4.2.1 Slučování plynného amoniaku s chlorovodíkem (14 str. 46)

Didaktický cíl: Ukázka toho, že reakce nemusejí probíhat pouze v kapalně fázi. Názorná ukázka vysoké reaktivity amoniaku i chlorovodíku. Lze zařadit do témat o dusíku i o chloru.

Didaktické poznámky: Časová náročnost cca 15 minut. Žáci SŠ provádí pokus v digestoři a s ochranou zraku. Žáci pracují pod stálým dohledem učitele.

Pomůcky: zásobní nádoby, hodinová skla, skleněná vana, stojan, skleněná trubice

Chemikálie: kyselina chlorovodíková HCl (koncentrovaná), amoniak (koncentrovaný)

Postup – Alternativa I: Nejjednodušší varianta pokusu – odzátkujeme zásobní lahve s koncentrovaným amoniakem a kyselinou chlorovodíkovou. Hrdla lahví k sobě přiblížíme. Téměř okamžitě se vytvoří bílý dým.

Alternativa II: Do dlouhé skleněné trubice (minimálně 20 cm) vodorovně upevněné na stojanu, vložíme na jeden konec filtrační papír nasáklý amoniakem. Na druhém konci vložíme papír nasáklý kyselinou chlorovodíkovou. Po chvíli se uvnitř trubice vytvoří prstenec bílého dýmu chloridu amonného. Lze pozorovat, že prstenec není ve stejné vzdálenosti od obou konců trubice (amoniak je těkavější a rychleji se odpařuje než chlorovodík).

Alternativa III: Dvě hodinová skla s 1 ml roztoku amoniaku a 1 ml kyseliny chlorovodíkové postavíme na tmavou podložku a překlopíme skleněnou vanou. Vytvoří se hustý bílý dým.

Probíhající reakce:
$$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$$

4.2.2 Vlastnosti bílého fosforu – samozápalnost (14 str. 35)

Didaktický cíl: Ověřit, zda je pravdivé tvrzení o samozápalnosti fosforu.

Didaktické poznámky: Časová náročnost pro SŠ cca 12 minut. Pokus provádíme v digestoři. Žáci pokus provádějí pod stálým dohledem učitele.

Bílý fosfor je jedovatý a extrémně hořlavý!!! Bílý fosfor musíme krájet pod vodou, všechny zbytky ihned vrátíme do zásobní lahve nebo je likvidujeme spálením v plamenu kahanu. Žádný zbytek bílého fosforu nevhazujeme ani do koše, ani nesplachujeme do odpadu!!!

Během pokusu dbáme na bezpečnost, protože sirouhlík je podobně jako fosfor hořlavý, pokus provádíme v bezpečné vzdálenosti od plamene.

Pomůcky: chemické kleště, filtrační papír, pinzeta, nůž, nádoba s vodou

Chemikálie: bílý fosfor, sirouhlík

Postup: Odkrojíme nožem kousek bílého fosforu přibližné velikosti hrášku a rozpustíme jej ve 3 ml sirouhlíku. Poté co se fosfor rozpustí, polijeme vzniklou směsí filtrační papír, který držíme z bezpečnostních důvodů v železných kleštích. Filtračním papírem (namočeným v roztoku sirouhlíku s fosforem) v kleštích, několikrát zamáváme, čímž se urychlí odpaření sirouhlíku. Následně fosfor vzplane a papír shoří.



Obrázek 13 Samovznícení fosforu

4.2.3 Reakce kyseliny dusičné s kovy (14 str. 49)

Didaktický cíl: Ukázka toho, že reakce kyseliny dusičné s kovy jsou spojené s její redukcí a průběh reakce závisí na koncentraci kyseliny, na vlastnostech kovu i na teplotě.

Didaktické poznámky: Časová náročnost cca 20 minut. Žáci SŠ provádí pokus pouze se zředěnou kyselinou. Pokusy s koncentrovanou kyselinou provádí výhradně učitel. Žáci se pokusí na konci pokusu vyvodit princip reakcí kyseliny dusičné s kovy a zapíší probíhající reakce.

Pomůcky: sada zkumavek, kapátko, kahan, kádinka s horkou vodou, lžička,

Chemikálie: měď Cu (piliny), zinek Zn (granule), hliník Al (granule), železo Fe (piliny), koncentrovaná kyselina dusičná HNO₃, 20-30% roztok kyseliny dusičné HNO₃

Postup: K malému množství kovu ve zkumavce přidáme vždy 3 - 5 ml. kyseliny. Pokud reakce neprobíhá, umístíme zkumavku na několik minut do horké vodní lázně. Do tabulky zpracujeme výsledky reakcí, Zjistíme, kde reakce probíhá pomalu, bouřlivě nebo až po zahřátí. Následně zapíšeme reakce.

	Cu	Zn	Al	Fe
zř. HNO ₃	bouřlivá reakce	pomalá reakce	pomalá reakce	pomalá reakce
konc. HNO ₃	bouřlivá reakce	bouřlivá reakce	nereaguje – pasivace	nereaguje – pasivace

Probíhající reakce: $3 \text{ Cu} + 8 \text{ HNO}_3(\text{zř.}) \rightarrow 3 \text{ Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{ NO} + 4 \text{ H}_2\text{O}$

$\text{Cu} + 4 \text{ HNO}_3(\text{konc.}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{ NO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$

$4 \text{ Zn} + 10 \text{ HNO}_3(\text{zř.}) \rightarrow 4 \text{ Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3 \text{ H}_2\text{O}$

$\text{Zn} + 4 \text{ HNO}_3(\text{konc.}) \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{ NO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$

$\text{Al} + \text{HNO}_3(\text{zř.}) \rightarrow 3 \text{ Al}(\text{NO}_3)_3 + 2 \text{ NO} + 4 \text{ H}_2\text{O}$

$\text{Fe} + 4 \text{ HNO}_3(\text{zř.}) \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 2 \text{ H}_2\text{O}$

4.2.4 Důkaz dusíku v organických sloučeninách (14 str. 69)

Didaktický cíl: Důkaz přítomnosti dusíku v bílkovinách.

Didaktické poznámky: Časová náročnost cca 20 minut. Žáci SŠ provádí pokus pod stálým dohledem učitele. Při reakci vzniká amoniak, pracujeme tedy v digestoři.

Pomůcky: kádinka, skleněná tyčinka, lžička,

Chemikálie: organická látka (želatina nebo jiná bílkovina), hydroxid sodný NaOH, hydroxid vápenatý Ca(OH)₂, indikátorové pH papírky

Postup: Dusíkatou organickou látku (želatinu nebo jinou bílkovinu) dokonale promícháme s pětinasobným množstvím silné zásady. Reakční směs opatrně zahříváme. Unikající amoniak lze prokázat navlhčeným pH indikátorovým papírkem a čichem.

4.2.5 Biuretová reakce (16 str. 261)

Didaktický cíl: Důkaz peptidové vazby v molekule bílkovin.

Didaktické poznámky: Časová náročnost cca 20 minut. Žáci SŠ provádí pokus pod dohledem učitele. Možnost zopakovat organickou chemii, bílkoviny a vznik peptidové vazby. Žáci si donesou svůj vzorek bílkoviny z domova (nutné zadat s předstihem). Musí tedy samostatně uvažovat, ve které potravíně je zdroj bílkovin.

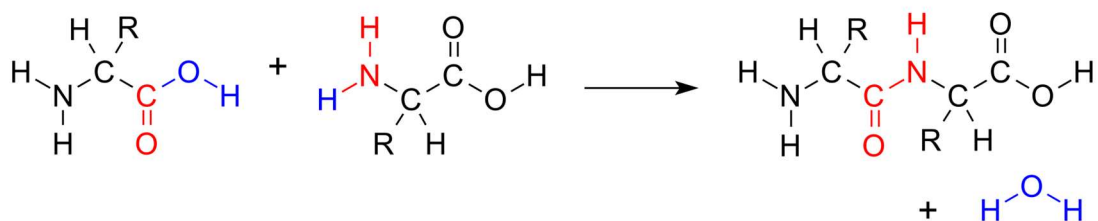
Pomůcky: sada zkumavek, kapátko, kahan, kádinka s horkou vodou, lžička,

Chemikálie: močovina, 10% roztok hydroxidu sodného, 5% roztok síranu měďnatého CuSO_4 , vzorek bílkoviny

Postup: K malému množství vzorku donesené bílkoviny (bílek, kasein, tvaroh, albumin apod.) ve zkumavce přidáme vodu a důkladně protřepeme. Do směsi přidáme roztok hydroxidu sodného. Po kapkách přidáváme následně roztok síranu měďnatého. Celou reakční směs lze mírně mírně zahřát. Směs se zbarví modrofialově.

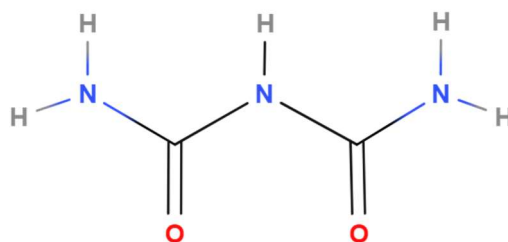
Reakci můžeme vyzkoušet se všemi vzorky bílkoviny, které si žáci přinesou. Pro porovnání také pokus jednou provedeme i s čistou močovinou.

Probíhající reakce:



Obrázek 14 Vznik peptidové vazby (18)

Poznámka: Reakci poskytují všechny látky s peptidovou vazbou v molekule. Reakce má název podle biuretu (ten přímo během pokusu nevzniká), který poskytuje modrofialový komplex s Cu^{2+} iontem.



Obrázek 15 Biuret (vytvořeno v molview.org)

4.2.6 Rušená krystalizace – Zlatý déšť (13 str. 7)

Didaktický cíl: Ukázka rozpustnosti všech dusičnanů (i dusičnanů přechodných prvků) a omezené nerozpustnosti halogenidů přechodných prvků.

Didaktické poznámky: Časová náročnost cca 15 minut. Žáci SŠ provádí pokus pod dohledem učitele, protože pracují s otevřeným ohněm.

Pomůcky: 2 kádinky 100 ml, kahan, skleněná vana, lžička, Erlenmeyerova baňka

Chemikálie: destilovaná voda, jodid draselný KI krystalický, dusičnan olovnatý $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ krystalický

Postup: Do jedné kádinky dáme 50 ml vody a rozpustíme v ní 0,33 g jodidu draselného. Do druhé kádinky také dáme 50 ml vody a rozpustíme 0,33 g dusičnanu olovnatého. Obě kádinky zahříváme k varu a horké slijeme do Erlenmeyerovy baňky, kterou pak postavíme do studené vodní lázně. Po chvíli se začnou objevovat „zlaté“ krystalky jodidu olovnatého, které jsou za tepla rozpustné dobře a za chladu téměř nerozpustné. Pokud při slévání vznikne žlutá sraženina, baňku opět zahřejeme a opakovaně ochladíme.

Probíhající reakce: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KI} \rightarrow \text{PbI}_2 + 2 \text{KNO}_3$

Poznámka: Pokud se při přípravě roztok dusičnanu olovnatého zakalí, lze jej vyčěřit pár kapkami koncentrované kyseliny dusičné.

4.3 Normy pro laboratorní cvičení pro SŠ

Pravidla a zásady pro bezpečnou práci ve školních laboratořích během výuky stanovuje technická norma ČSN 01 8003 z roku 2017, která byla aktualizována v roce 2020.

Předmět normy ČSN 01 8003

Tato norma stanovuje zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) v laboratořích chemických, biochemických, fyzikálně-chemických, fyzikálních, potravinářských a ve zkušebnách, ve kterých se nakládá s chemickými látkami, a v místnostech, které slouží jako potřebné zázemí, nebo kde se nachází příslušenství potřebné pro provádění souvisících prací (např. váhovny, fotolaboratoře, příruční sklady, umývárny laboratorního nádobí). (19)

Tato norma definuje a detailně vymezuje některé pojmy důležité pro stanovení bezpečných podmínek práce v laboratoři, například určuje co je školní laboratoř, příruční sklad laboratoře. Dále je v této normě vymezeno, kdo je považován za laboratorní personál, kdo je odborně způsobilá osoba, odpovědná osoba, atd.

ČSN 01 8003 dále stanovuje v bodě 4 Obecné požadavky na vybavení a práci v laboratoři a školní laboratoři.

Omezení používání některých nebezpečných látek, přípravků a předmětů stanovuje Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006, Příloha XVII. (19)

Protože celá norma ČSN 01 8003 je velmi rozsáhlý dokument, který odkazuje na mnoho dalších norem, zákonů a nařízení, vybral jsem pouze některá ustanovení, která se vztahují v předmětu této diplomové práce.

4.3.1 Vybraná pravidla bezpečné práce ve školní laboratoři vzhledem k tématu

K odstranění rozlité kyseliny dusičné a dalších silných oxidačních činidel se nesmí používat piliny, textil ani jiné organické látky.

Při práci s nepolárními rozpouštědly je třeba vyloučit vznik statické elektřiny.

Při zahřívání hořlavých kapalin se vždy musí posoudit specifické vlastnosti zahřívávaného systému a musí se učinit opatření, která zamezí vzniku požáru nebo výbuchu par. Zvláštní pozornost je třeba věnovat práci se sirouhlíkem.

Při separačních procesech (filtrace, extrakce, sublimace, adsorpce, odpařování a odstředování) je třeba zamezit tvorbě výbušných směsí a vyloučit zdroje iniciace požáru, pokud se při nich pracuje s hořlavými kapalinami.

Mixování, mletí a míchání, pokud se při nich pracuje s hořlavými kapalinami nebo s látkami s nízkou teplotou vzplanutí, vyžadují podobná opatření jako separační procesy. Nesmí dojít k místnímu přehřátí, které může nastat během mletí nebo mísení pevných látek. Je třeba učinit opatření, aby nedošlo k výbuchu nebo požáru způsobenému prachem nebo parami hořlavých kapalin. (19)

4.3.2 Zvláštní požadavky na práci ve školní laboratoři – vybraná pravidla

Ve školní laboratoři mohou nezletilí žáci provádět laboratorní práce pouze pod přímým souvislým dohledem odpovědné osoby.

Mladiství žáci a studenti mohou pracovat s vysoce toxickými látkami a chemickými látkami a chemickými směsmi s následující nebezpečností:

akutní toxicita 1 nebo 2

specifická toxicita pro cílové orgány po jednorázové expozici kategorie 1

specifická toxicita pro cílové orgány po opakované expozici kategorie 1

pouze po prokazatelném proškolení odborně způsobilou osobou a pod jejím přímým soustavným dohledem. (19)

4.3.3 Příklady nevhodných kombinací uložení chemikálií

Látky uvedené v levé části tabulky nemají přijít do styku s látkami v pravé části tabulky

aceton	směs koncentrované kyseliny sírové a dusičné
amoniak	chlor, brom, jod, rtuť, chlornan vápenatý, fluorovodík, chlorečnany
anilin	kyselina dusičná, peroxid vodíku
dusičnan amonný	práškové kovy, zápalné kapaliny, dusitany, síra, látky hořlavé, kyseliny
dusičnan sodný	dusičnan amonný a jiné amonné soli
dusičnany a látky napojené kyselinou dusičnou	síra, koncentrovaná kyselina sírová, organické látky, karbidy, fosfor, výbušniny
hydroxylamin	práškový zinek, vápník, dichromany, oxidační činidla
kyanidy	skladovat odděleně od kyselin a kyselých reagujících l.
kyanovodík	kyselina dusičná, alkálie
kyselina dusičná koncentrovaná	kyselina octová, anilin, oxid chromový, zápalné látky a nitrovatelné látky, oleje, práškové kovy, výbušniny, fosfan, fosfor, organické látky, kyselina sírová
močovina	chlor, brom, jod
nitromethan	aminy, silné kyseliny a alkálie
peroxid vodíku	anilin, glycerol, oleje, bavlna, vlna, uhlí, nitromethan, většina kovů nebo jejich solí, zápalné látky
rtuť	acetylen, amoniak, směs ethanolu a kyseliny dusičné
sulfan	oxidující plyny, dýmavá kyselina dusičná
stříbro	acetylen, kyselina šťavelová, kyselina vinná, amonné sloučeniny,

(19)

4.4 Pracovní list – Anorganická chemie – dusík a fosfor

Jméno a příjmení: třída:
Datum: škola:

Vysvětlete pojem alotropické modifikace prvku. Který prvek V. A skupiny tvoří běžně různé alotropické modifikace. Uveďte příklady jejich rozdílného použití:

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

Pro kterou chemickou látku se používá v potravinářství označení E338? K čemu se v potr. průmyslu používá (funkce)?

.....

Co je to chemiluminiscence?

.....

Proč se bílý fosfor uchovává pod vodou?

.....

Proč se zápalky označují jako bezpečnostní zápalky? Použití fosforu na zápalkách:

.....

.....

Co je lučavka královská?.....

.....

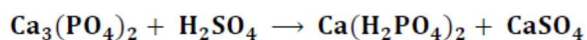
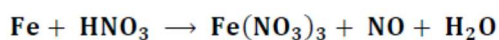
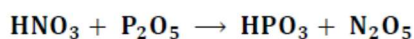
Proč je ve vzduchu plynný dusík N₂ a plynný kyslík O₂ a nikoliv oxidy dusíku?

.....

Jaké je použití plynného dusíku N₂ a oxidu dusného N₂O v potravinářství?

.....

Vyčíslete správně chemické rovnice, doplňte stechiometrické koeficienty:



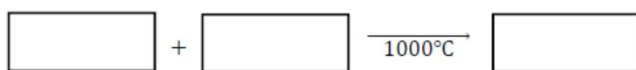
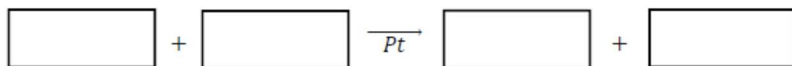
Doplňte obecné vlastnosti dusíku:

Český název: **dusík** Latinský název:
Značka: Skupina: Perioda:
Protonové číslo: Úplná elektronová konfigurace:
Elektronová konfigurace iontu N^{3-} :
Skupenství za normálních podmínek:
Za jaké teploty je dusík kapalný? Hořlavost:

Doplňte obecné vlastnosti fosforu:

Český název: **fosfor** Latinský název:
Značka: Skupina: Perioda:
Protonové číslo: Úplná elektronová konfigurace:
Elektronová konfigurace iontu P^{5+} :
Skupenství za normálních podmínek:

Zapiš a vyčíslí rovnice průmyslové výroby kyseliny dusičné oxidací amoniaku:



Jaká oxidační čísla mohou mít v molekulách atomy dusíku a fosforu?

Do roztoku, který obsahuje 196 g HNO_3 byl přidán roztok NaOH s obsahem 60 g NaOH. Vypočítejte, kolik gramů KOH je třeba ještě dodat k úplné neutralizaci roztoku uvedené kyseliny.

4.5 Pracovní list – Anorganická chemie - vzorové řešení

Jméno a příjmení:VZOR..... třída:

Datum: škola:

Vysvětlete pojem alotropická modifikace prvku. Který prvek V. A skupiny tvoří běžně různé alotropické modifikace. Uveďte příklady jejich rozdílného použití:

Alotropie - znamená schopnost některých prvků se vyskytovat v různých strukturních formách. Často mají výrazně odlišné vlastnosti. Alotropické modifikace se odlišují typem krystalové soustavy nebo počtem atomů v molekule. Ve skupině V.A se jedná o fosfor. Bílý fosfor – chemické bomby, farmaceutický průmysl, červený fosfor – zápalky, černý fosfor – polovodiče.

Pro kterou chemickou látku se používá v potravinářství označení E338? K čemu se v potr. průmyslu používá (funkce)?

Kyselina trihydrogenfosforečná. Používá se při výrobě nealkoholických nápojů. Regulátor kyselosti. Fosforečnany se používají při výrobě uzenin a tavených sýrů.

Co je to chemiluminiscence?

Luminiscence, vyvolaná energií uvolněnou při chemické reakci, tedy světélkování doprovázející chemické reakce některých látek.

Proč se bílý fosfor uchovává pod vodou?

Je značně jedovatý a reaktivní, na vzduchu samozápalný. Pro dlouhodobé uchovávání musí být ponořen ve vodě, která brání jeho samovolnému vzplanutí.

Proč se zápalky označují jako bezpečnostní zápalky? Použití fosforu na zápalkách: *Protože dříve obsahovaly zápalky jedovatý bílý fosfor a také hrozilo jejich samovznícení. Nyní zápalky chytají pouze škrtnutím hlavičky o škrťátko, což vylučuje samovolné vzplanutí náhodným třením. Hlavička zápalek se skládá zejména z červeného fosforu, chlorečnanu draselného, síry, a mletého skla. Škrťátko obsahuje červený fosfor, mleté sklo a pojivo.*

Co je lučavka královská?

směs koncentrované kyseliny dusičné (HNO₃) a kyseliny chlorovodíkové (HCl) v objemovém poměru 1:3. Používá se pro rozpouštění velmi obtížně rozpustných prvků (zlato, platina).

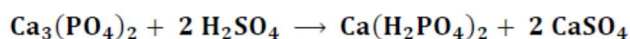
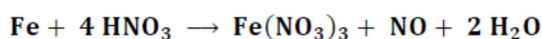
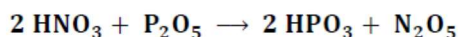
Proč je ve vzduchu plynný dusík N₂ a plynný kyslík O₂ a nikoliv oxidy dusíku?

Atomy v molekule dusíku jsou spojeny velmi pevnou trojnou vazbou. Tato trojná vazba má za následek jeho nízkou reaktivitu. Dusík je inertní plyn, to znamená, že reaguje s jinými chemickými sloučeninami pouze za vysokých teplot a tlaků.

Jaké je použití plynného dusíku N₂ a oxidu dusného N₂O v potravinářství?

Dusík jako ochranná atmosféra, oxid dusný jako hnací plyn ve sprejích

Vyčíslete správně chemické rovnice, doplňte stechiometrické koeficienty:



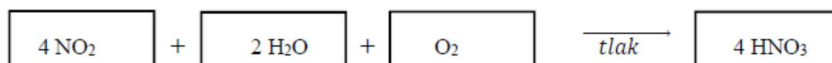
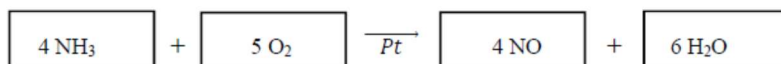
Doplňte obecné vlastnosti dusíku:

Český název:	dusík	Latinský název:	<i>nitrogenium</i>		
Značka:	N	Skupina:	V.A	Perioda:	2
Protonové číslo:	7	Úplná elektronová konfigurace:	1s ² , 2s ² , 2p ³		
Elektronová konfigurace iontu N ³⁻ :	1s ² , 2s ² , 2p ⁶				
Skupenství za normálních podmínek:	plyn, bezbarvý, bez chuti, bez zápachu				
Za jaké teploty je dusík kapalný?	teplota menší než t.v. -195,8 °C		Hořlavost:	<i>nehořlavý</i>	

Doplňte obecné vlastnosti fosforu:

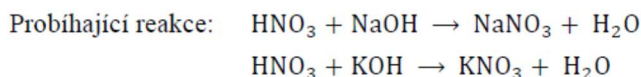
Český název:	fosfor	Latinský název:	<i>phosphorus</i>		
Značka:	P	Skupina:	V.A	Perioda:	3
Protonové číslo:	15	Úplná elektronová konfigurace:	1s ² , 2s ² , 2p ⁶ , 3s ² , 3p ³		
Elektronová konfigurace iontu P ⁵⁺ :	1s ² , 2s ² , 2p ⁶				
Skupenství za normálních podmínek:	<i>pevný, různé alotropické modifikace</i>				

Zapiš a vyčíslí rovnice průmyslové výroby kyseliny dusičné oxidací amoniaku:



Jaká oxidační čísla mohou mít v molekulách atomy dusíku a fosforu? -III, -II, -I, 0, I, II, III, IV, V

Do roztoku, který obsahuje 196 g HNO₃ byl přidán roztok NaOH s obsahem 60 g NaOH. Vypočítejte, kolik gramů KOH je třeba ještě dodat k úplné neutralizaci roztoku uvedené kyseliny.



$$n(\text{NaOH}) = 60 : 39,99 = 1,5 \text{ mol} \quad \text{v první fázi bylo neutralizováno 1,5 mol molekul kyseliny}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 196 : 63 = 3,1111 \text{ mol} \quad \text{zbývá neutralizovat 1,61111 mol kyseliny}$$

$$m(\text{KOH}) = 1,61111 \times 56,1 = \mathbf{90,383 \text{ g}}$$

4.6 Vzorové zadání testu

Jméno a příjmení:

třída / škola:

Datum:

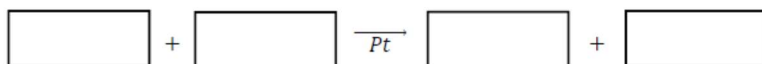
- | | |
|--|----------|
| 1) Napište název pro N_2O | odpověď: |
| 2) Napište vzorec pro bromid dusitý | odpověď: |
| 3) Napište název pro P_4O_{10} | odpověď: |
| 4) Napište vzorec pro dusitan olovnatý | odpověď: |
| 5) Napište název pro HNO_2 | odpověď: |
| 6) Napište název pro PF_5 | odpověď: |
| 7) Napište název pro NH_4NO_3 | odpověď: |
| 8) Napište vzorec pro uhlíčan amonný | odpověď: |
| 9) Napište název pro PH_3 | odpověď: |
| 10) Napište vzorec pro oxid dusičný | odpověď: |
| 11) Napište název pro Na_2HPO_4 | odpověď: |
| 12) Napište vzorec pro kyanid amonný | odpověď: |
| 13) Napište název pro $\text{Cu}(\text{CN})_2$ | odpověď: |
| 14) Napište vzorec pro fosforečnan vápenatý | odpověď: |
| 15) Napište název pro $\text{Pt}(\text{NO}_3)_2$ | odpověď: |

Kolik objemových % vzduchu tvoří obvykle dusík?

Napiš chemické vzorce a názvy alespoň 3 dusíkatých chemických látek, které se používají jako průmyslová hnojiva:

.....
.....

Zapiš a vyčíslí rovnice průmyslové výroby kyseliny dusičné z oxidací amoniaku (zvýšená teplota a tlak, katalýza platinou):



Vyber správnou odpověď (nehodící se škrtni):

- a) Kyselina dusičná má silné **oxidační** / **redukční** účinky.
- b) Některé kovy (např. železo, cín a hliník) reagují pouze s **koncentrovanou** / **se zředěnou** kyselinou dusičnou.
- c) Prudce jedovatý a samozápalný je **bílý fosfor (tetrafosfor)** / **červený fosfor (polyfosfor)**.
- d) Prvky skupiny p^3 mají ve valenčních orbitalech **tři elektrony** / **pět elektronů**.
- e) Dusík a fosfor **jsou** / **nejsou** biogenní prvky, které mají nezastupitelnou funkci v živých organismech.

Jak se připravuje dusík v laboratoři?

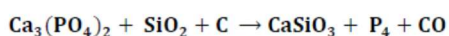
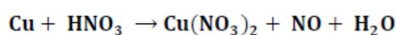
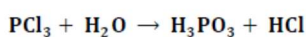
.....

Jak se dusík vyrábí průmyslově?

.....

Jaká oxidační čísla mohou mít v molekulách atomy dusíku a fosforu?

Vyčíslete správně chemické rovnice, doplňte stechiometrické koeficienty:



Do roztoku, který obsahuje 150 g HNO_3 bylo přidáno 120g roztoku NaOH ($w = 40\%$). Vypočítejte, kolik gramů KOH je třeba ještě dodat k úplné neutralizaci roztoku uvedené kyseliny.

Vypočítejte objem roztoku kyseliny dusičné o koncentraci $c = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ potřebného k neutralizaci 50 cm^3 roztoku hydroxidu sodného o koncentraci $c = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

4.7 Vzorové zadání testu - řešení

Jméno a příjmení:VZOR.....

třída / škola:

Datum:

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1) Napište název pro N_2O | odpověď: oxid dusný |
| 2) Napište vzorec pro bromid dusitý | odpověď: NBr_3 |
| 3) Napište název pro P_4O_{10} | odpověď: oxid (tetra) fosforečný |
| 4) Napište vzorec pro dusitan olovnatý | odpověď: $Pb(NO_2)_2$ |
| 5) Napište název pro HNO_2 | odpověď: kyselina dusitá |
| 6) Napište název pro PF_5 | odpověď: fluorid fosforečný |
| 7) Napište název pro NH_4NO_3 | odpověď: dusičnan amonný |
| 8) Napište vzorec pro uhličitan amonný | odpověď: $(NH_4)_2CO_3$ |
| 9) Napište název pro PH_3 | odpověď: fosfan |
| 10) Napište vzorec pro oxid dusičný | odpověď: N_2O_5 |
| 11) Napište název pro Na_2HPO_4 | odpověď: hydrogenfosforečnan sodný |
| 12) Napište vzorec pro kyanid amonný | odpověď: NH_4CN |
| 13) Napište název pro $Cu(CN)_2$ | odpověď: kyanid měďnatý |
| 14) Napište vzorec pro fosforečnan vápenatý | odpověď: $Ca_3(PO_4)_2$ |
| 15) Napište název pro $Pt(NO_3)_2$ | odpověď: dusičnan platnatý |

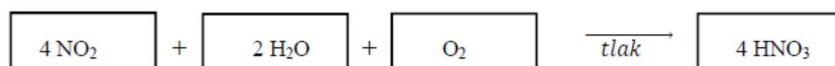
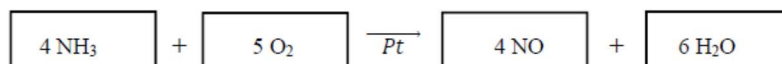
Kolik objemových % vzduchu tvoří obvykle dusík?78 %.....

Napiš chemické vzorce a názvy alespoň 3 dusíkatých chemických látek, které se používají jako průmyslová hnojiva:

$NaNO_3$ dusičnan sodný (chilský ledek), KNO_3 dusičnan draselný (draselný ledek),

NH_4NO_3 dusičnan amonný (amonný ledek)

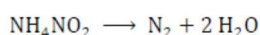
Zapiš a vyčísli rovnice průmyslové výroby kyseliny dusičné z oxidací amoniaku (zvýšená teplota a tlak, katalýza platinou):



Vyber správnou odpověď (nehodící se škrtni):

- a) Kyselina dusičná má silné **oxidační** ~~redukční~~ účinky.
- b) Některé kovy (např. železo, cín a hliník) reagují pouze ~~s koncentrovanou~~ **se zředěnou** kyselinou dusičnou.
- c) Prudce jedovatý a samozápalný je **bílý fosfor (tetrafosfor)** ~~červený fosfor (polyfosfor)~~
- d) Prvky skupiny p^3 mají ve valenčních orbitalech ~~tři elektrony~~ **pět elektronů**
- e) Dusík a fosfor **jsou** ~~sojcovi~~ biogenní prvky, které mají nezastupitelnou funkci v živých organismech.

Jak se připravuje dusík v laboratoři? *tepelný rozklad koncentrovaného roztoku dusitanu amonného*

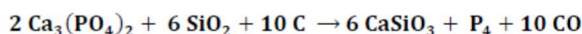
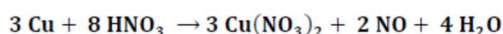
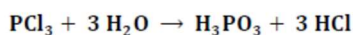


Jak se dusík vyrábí průmyslově? *frakční destilace zkapalnělého vzduchu*

$$t. v. (\text{N}_2) = -195,8 \text{ }^\circ\text{C} \quad t. v. (\text{O}_2) = -182,92 \text{ }^\circ\text{C}$$

Jaká oxidační čísla mohou mít v molekulách atomy dusíku a fosforu? N -III, -II, -I, 0, I, II, III, IV, V
P -III, -II, 0, I, II, III, IV, V

Vyčíslete správně chemické rovnice, doplňte stechiometrické koeficienty:



Do roztoku, který obsahuje 150 g HNO_3 bylo přidáno 120g roztoku NaOH ($w = 40\%$). Vypočítejte, kolik gramů KOH je třeba ještě dodat k úplné neutralizaci roztoku uvedené kyseliny.



$$m(\text{HNO}_3) = 150 \text{ g}$$

$$M(\text{HNO}_3) = 63,018 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m}{M} = 2,38027 \text{ mol}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,4 \cdot 120 = 48 \text{ g}$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = 1,2 \text{ mol}$$

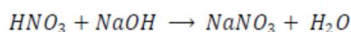
zbývá neutralizovat 1,18027 mol HNO_3

$$n(\text{KOH}) = 1,18027 \text{ mol}$$

$$M(\text{KOH}) = 56,1 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{KOH}) = n \cdot M = 66,213 \text{ g}$$

Vypočítejte objem roztoku kyseliny dusičné o koncentraci $c = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ potřebného k neutralizaci 50 cm^3 roztoku hydroxidu sodného o koncentraci $c = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.



$$c(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{NaOH}) = 50 \text{ cm}^3 = 0,05 \text{ l}$$

$$n = c \cdot V = 0,01 \text{ mol}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 0,01 \text{ mol}$$

$$c(\text{HNO}_3) = 0,5 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{HNO}_3) = \frac{n}{c} = 0,02 \text{ l} = 20 \text{ ml} = 20 \text{ cm}^3$$

5 Závěr:

Diplomová práce teoreticky shrnuje důležité teoretické poznatky o dusíku, fosforu a porovnává způsob výuky tématu na vybraných středních školách v Plzni. Diplomová práce navazuje na mou bakalářskou práci z roku 2015 – Prvky skupiny dusíku a jejich významné sloučeniny.

V teoretické části jsou zmíněny informace o obou prvcích a jejich důležitých sloučeninách, které jsou podstatné pro výuku na SŠ. Také jejich fyzikální a chemické vlastnosti, laboratorní příprava, výroba a využití v praxi.

. Didaktická část hlouběji srovnává výuky daného tématu i z pohledu kurikulárních dokumentů státu i jednotlivých středních škol. V kapitole lze pozorovat, jak se v závislosti na časové dotaci různých typů středních škol mění rozsah a obsah učiva k danému tématu.

Diplomová práce zahrnuje i návody na zajímavé laboratorní práce a pokusy, pracovní list pro procvičení a zopakování tématu a vzorový test.

Klíčová slova: chemie, dusík, kyselina dusičná, dusičnany, fosfor, kyselina fosforečná, fosforečnany, vzdělávání, laboratorní cvičení, střední škola, chemická látka,

6 Citovaná literatura

1. **Hájek, Bohumil a Klikorka, Jiří.** *Obecná a anorganická chemie.* Praha : SNTL, 1989.
2. **Mrákota, Vít.** Bakalářská práce. *Prvky skupiny dusíku a jejich významné sločeniny.* Plzeň : autor neznámý, 2015.
3. **Greenwood, Norman N. a Earnshaw, Alan.** *Chemie prvků 1. díl.* místo neznámé : Informatorium, 1993. str. 793. ISBN 80-85427-38-9.
4. **Zouhar, Petr.** vesmir.cz. *vesmir.cz.* [Online] 03. 11 2011. <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2011/cislo-11/jak-ekosystem-k-dusiku-prisel.html>.
5. **Vacík, Jiří a Barthová, Jana.** *Přehled středoškolské chemie.* Praha : SPN, 1999. ISBN 80-7235-108-7.
6. **Co je to Krebsův cyklus?** *protiunave.cz.* [Online] Karolína Cimická, 2021. [Citace: 15. 04 2023.] <https://protiunave.cz/co-je-to-krebsuv-cyklus/>.
7. **Biosféra.** [Online] 2022. <https://slideplayer.cz/slide/17255626/>.
8. **Fosfor.** *Web o chemii.* [Online] Zdeněk Moravec, 19. 04 2022. [Citace: 08. 05 2023.] <http://z-moravec.net/chemie/periodicka-soustava-prvku/fosfor/>.
9. **Chemické názvosloví anorganických sloučenin.** *muni.cz.* [Online] 2009. [Citace: 08. 05 2023.] <https://is.muni.cz/elportal/estud/pedf/ps09/slouceniny/web/pages/323.html>.
10. **Praha, MŠMT.** Aktualizace RVP pro gymnázia s účinností od 1. září 2022. *www.edu.cz.* [Online] 2021. <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/#2-aktualizace-rvp-pro-gymn%C3%A1zia-s-%C3%BA%C4%8Dinnost%C3%AD-od-1-z%C3%A1%C5%99%C3%AD-2022>.
11. **MŠMT.** *www.edu.cz.* [Online] 09 2020. https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2020/08/53-43-M01_Laboratorni_asistent_2020_zari_rev.pdf.

12. —. [www.edu.cz](https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-stredniho-odborneho-vzdelavani-rvp-sov/obory-l-a-m/18-informaticke-obory/). [Online] 09 2020. <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-stredniho-odborneho-vzdelavani-rvp-sov/obory-l-a-m/18-informaticke-obory/>.
13. Solárová, Marie. *Chemické pokusy pro základní a střední školu*. edice pedagogické literatury. Brno : Nakladatelství Paldo, 1996. ISBN 80-85931-25-7.
14. Klečková, Marta a Šindelář, Zdeněk. *Školní pokusy z anorganické a organické chemie*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2007.
15. Čtrnáctová, Hana, a další. *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. Praha : PROSPEKTRUM, 2000. ISBN 80-7175-057-3.
16. Prokša, Miroslav. *Didaktika a technika školských pokusů*. Bratislava : Univerzita Komenského v Bratislave, 2015. ISBN 978-80-223-3755-7.
17. Spurná, M. a Švehlík, Z. Praktické cvičení z didaktiky chemie. *Praktické cvičení z didaktiky chemie*. Olomouc : Přírodovědná fakulta University Palackého, 1976.
18. Peptidová vazba. [www.wikipedia.org](https://cs.wikipedia.org/wiki/Peptidov%C3%A1_vazba#/media/Soubor:AminoacidCondensation.svg). [Online] 30. 09 2021. [Citace: 10. 05 2023.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Peptidov%C3%A1_vazba#/media/Soubor:AminoacidCondensation.svg.
19. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha. ČSN 01 8003. *ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA*. místo neznámé : NORMSERVIS s.r.o., 2017.
20. Praha, MŠMT. Aktualizace RVP pro gymnázia s účinností od 1. září 2022. www.edu.cz. [Online] 2021.

7 Resume

The diploma thesis theoretically summarizes important theoretical knowledge about nitrogen and phosphorus and also compares the way the topic is taught in selected secondary schools in Pilsen. The diploma thesis follows on from my bachelor's thesis from 2015 - Elements of the nitrogen group and their important compounds.

In the theoretical part, information is mentioned about both elements and their important compounds, which are essential for teaching at secondary school. Also their physical and chemical properties, laboratory preparation, industrial production and use in practice.

The didactic part more deeply compares the teaching of the given topic. It compares the curriculum documents of the state and chosen secondary schools too. In the chapter, you can observe how the scope and content of the subject matter changes depending on the time allocation of different types of secondary schools.

The diploma thesis also includes instructions for some attractive and interesting laboratory works and experiments, a worksheet for practicing and repeating the topic and a sample test.

Keywords: chemistry, nitrogen, nitric acid, nitrates, phosphorus, phosphoric acid, phosphates, fertilizers, education, laboratory exercise, high school, chemical substance