



**mpc**  
METODICKO-PEDAGOGICKÉ CENTRUM



**Európska únia**  
Európsky sociálny fond

Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť / Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

Mikuláš Bartal

## **Schematická príručka posúdenia rizika**

pri práci s nebezpečnými chemickými faktormi  
v školskom chemickom laboratóriu

Osvedčená pedagogická skúsenosť edukačnej praxe

Osvedčená skúsenosť odbornej praxe

Bratislava, 2012

**Vydavateľ:** Metodicko-pedagogické centrum, Ševčenkova 11,  
850 01 Bratislava

**Autor OPS/OSO:** Mikuláš Bartal

**Kontakt na autora:** Stredná odborná škola chemická, Vlčie hrdlo 50, Bratislava  
mikulas.bartal@gmail.com

**Názov OPS/OSO:** Schematická príručka posúdenia rizika pri práci s nebezpečnými chemickými faktormi v školskom chemickom laboratóriu

**Rok vytvorenia OPS/OSO:** 2012

**Odborné stanovisko vypracoval:** Mgr. Marta Remetová

Táto osvedčená pedagogická skúsenosť edukačnej praxe/osvedčená skúsenosť odbornej praxe bola vytvorená z prostriedkov projektu Profesionálny a kariérový rast pedagogických zamestnancov. Projekt je financovaný zo zdrojov Európskej únie.

## **Kľúčové slová**

posudok o riziku pri práci s nebezpečnými chemickými faktormi, prevádzkový poriadok pre prácu s nebezpečnými chemickými faktormi, chemický faktor, nebezpečná chemická látka, laboratórium, chemický pokus, praktická časť chémie, laboratórne cvičenie, chemická analýza, dôkazová reakcia, likvidácia chemickej látky, nebezpečný chemický odpad, zaujímavý chemický pokus, zakázaná chemická látka, laboratórny poriadok

## **Anotácia**

Praktická výučba chémie je spojená aj s určitými rizikami. Tieto riziká majú špecifický charakter. Tento materiál môže byť nápomocný pri hľadaní, identifikácii a eliminácii možných rizík pri pokusoch a laboratórnych prácach. Je určený predovšetkým tým pedagógom, ktorí aktívne pracujú v školských chemických laboratóriách, vedú laboratórne cvičenia, demonštrujú rôzne javy prostredníctvom chemických pokusov, alebo pripravujú žiakov na chemické súťaže, vedú chemický krúžok.

## **OBSAH**

Úvod

1 Schematický postup posudzovania rizika .....	6
2 Posudzovanie prác na základne možných rizík .....	7
3 Najčastejšie chyby pri hodnotení rizika .....	28
Záver .....	31

## ÚVOD

V súčasnosti platné všeobecne záväzné právne predpisy z oblasti chémie, chemických látok a chemických odpadov kladú veľký dôraz na hodnotenie rizika, vyskytujúceho sa pri práci. Tiež sa veľmi intenzívne rieši ochrana životného prostredia, prípadný výskyt havarijných situácií a šetrenie prírodných zdrojov. Je evidentné, že práca s chemickými látkami je často charakterizovaná určitými špecifickými rizikami a preto predpisy z rôznych oblastí deklarujú jasný zákaz pre používanie niektorých látok, napríklad aj v procese výučby. Je obzvlášť citlivo vnímaná práca mladistvých zamestnancov s chemikáliami. Táto skupina mladých ľudí, žiakov, sa s nebezpečnými chemickými látkami stretne i v školskom prostredí, konkrétne v chemickom laboratóriu. Pedagogický zamestnanec školy musí práce riadiť tak, aby riziká, vyplývajúce z práce s nebezpečnými chemickými látkami boli minimalizované, dokonca ak je taká možnosť, úplne eliminované.

Aby pedagóg, vedúci laboratórne cvičenie alebo vykonávajúci demonštračné chemické pokusy, dokázal klasifikovať riziká pri práci, musí mať určité, aspoň minimálne posudzovateľské skúsenosti. Iba odhalené a klasifikované riziko je možné eliminovať, alebo aspoň minimalizovať. Ak nebezpečenstvo nie je identifikované, nemôže byť ani riadené, čiže sa môže rozvinúť a spôsobiť škody rôzneho charakteru. Hlavným cieľom posudzovania rizika je tento reľazec nežiaducich udalostí prerušiť a navrhnuť kontrolné a ochranné prostriedky na ochranu zdravia, majetku a životného prostredia.

Koľko pokusov, toľko situácií, koľko laboratórií, toľko variácií a koľko pedagógov, toľko prístupov... Pričom, riziká pri danom experimente sú úplne rovnaké. Akúsi jednotnosť posudzovania má za úlohu zaviesť práve tento materiál. Uvádza totiž niektoré, veľmi často realizované laboratórne práce aj so samotným hodnotením rizika. Pedagóg vďaka tomu získava základnú posudzovateľskú prax a v budúcnosti dokáže posúdiť riziká aj pri iných chemických pokusoch, laboratórnych prácach. Vždy je potrebné myslieť i na nepredvídateľné udalosti a havarijné stavy. Obzvlášť to platí v školskom laboratóriu, kde pracujú mladiství, iným slovom deti.

Počas svojej, skoro desaťročnej posudzovateľskej praxe som mal možnosť pozorovať rôzne, menej vážne i vážne stavy, ktoré vznikli iba ako dôsledok nedbalosti, nezodpovednosti a najmä absentujúcich informácií. Táto deklarácia platí tak v školskom prostredí, ako aj na riadnych pracoviskách. Spojením skúseností z výskumnej sféry a pedagogickej praxe vzniklo toto dielo, určené Vám, učiteľom chemických predmetov. Jeho cieľom je upozorniť a nie odstrašiť. Maria Curie povedala, že v živote sa ničoho netreba báť, veciam treba len porozumieť. Riziko, ktoré sa pred nami neskrýva, o ktorom vieme, nám ublížiť nemôže.

Prajem všetkým kolegyniam a kolegom, aby ich výučbu praktickej časti chémie, nové skutočnosti ovplyvnili iba v pozitívnom smere a aby sa zachovalo, ba aj rozvíjalo experimentovanie v školských laboratóriách, lebo práve to dáva predmetu chémie nenapodobiteľný zmysel a práve to je ten faktor, ktorý môže osloviť aj žiakov. Na tomto mieste sa chcem poďakovať môjmu šikovnému a ochotnému žiakovi, Máriaovi Beňovi za asistenciu počas tvorby fotodokumentácie.

# 1 SCHEMATICKÝ POSTUP POSUDZOVANIA RIZIKA

Prvým, nevyhnutným bodom procesu posudzovania rizika je samotné plánovanie práce. Odborná literatúra, internetové a iné zdroje poskytujú množstvo zaujímavých návodov. Pedagóg ich selektuje najmä na základe dostupnosti chemických látok a zariadenia v školskom laboratóriu. Ak je koncepcia zvolená, nasleduje fáza určenia základných podmienok. Tá sa skladá z troch pilierov, uvedených v schéme č. 1.

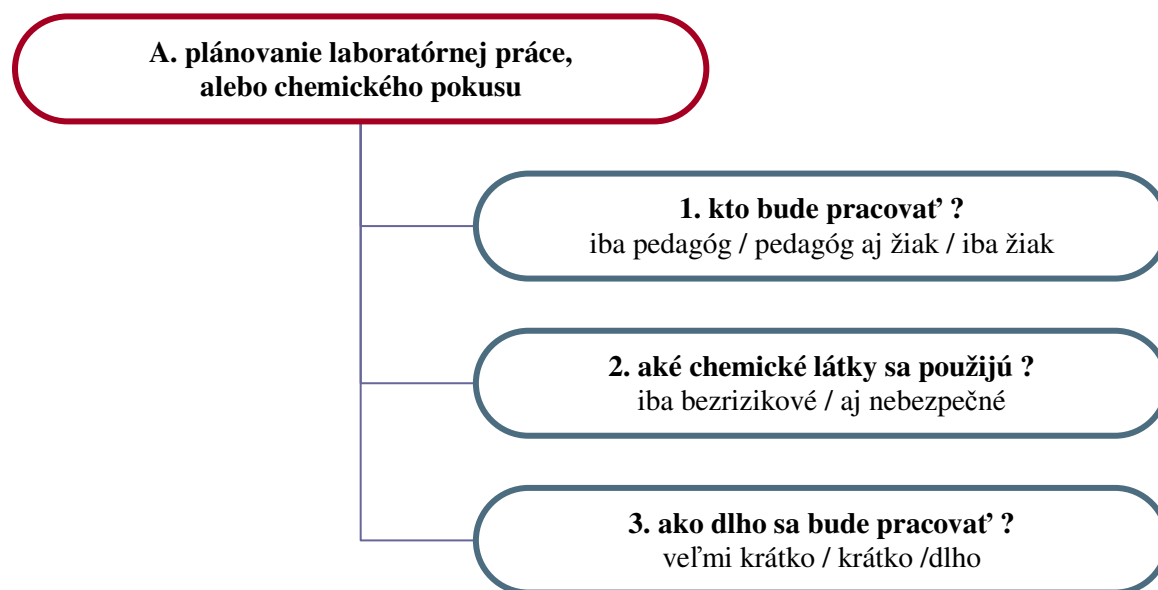


schéma č. 1

Aby základné podmienky mohli byť splnené, je potrebné prípadné problémy riešiť. K riešeniu je nevyhnutné hľadanie dôveryhodných informácií (napr. karty bezpečnostných údajov), na základe ktorých je možné určiť podmienky bezpečnej práce.

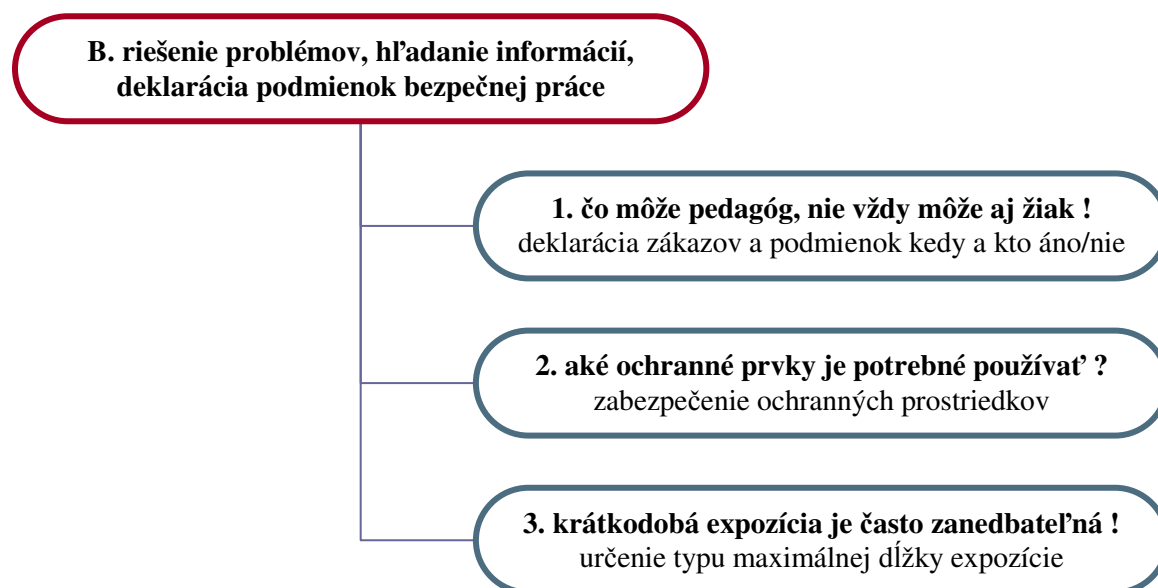


schéma č. 2

Posledným bodom je riešenie likvidácie odpadov, vzniknutých počas práce. Z hľadiska posudzovania rizika je priebeh samotného experimentu nepodstatný, nakoľko všetky jeho detaily, ešte pred fázou realizácie, musia byť dôkladne preskúmané. Keby sa počas práce vyskytli chyby, alebo nepredvídateľné udalosti, pedagóg tieto možné riziká už vopred musí poznať, alebo aspoň predpokladať a tiež ich musí vedieť odborne a včas odstrániť. Schéma č. 3 rieši plánovanie odstránenia chemických odpadov.

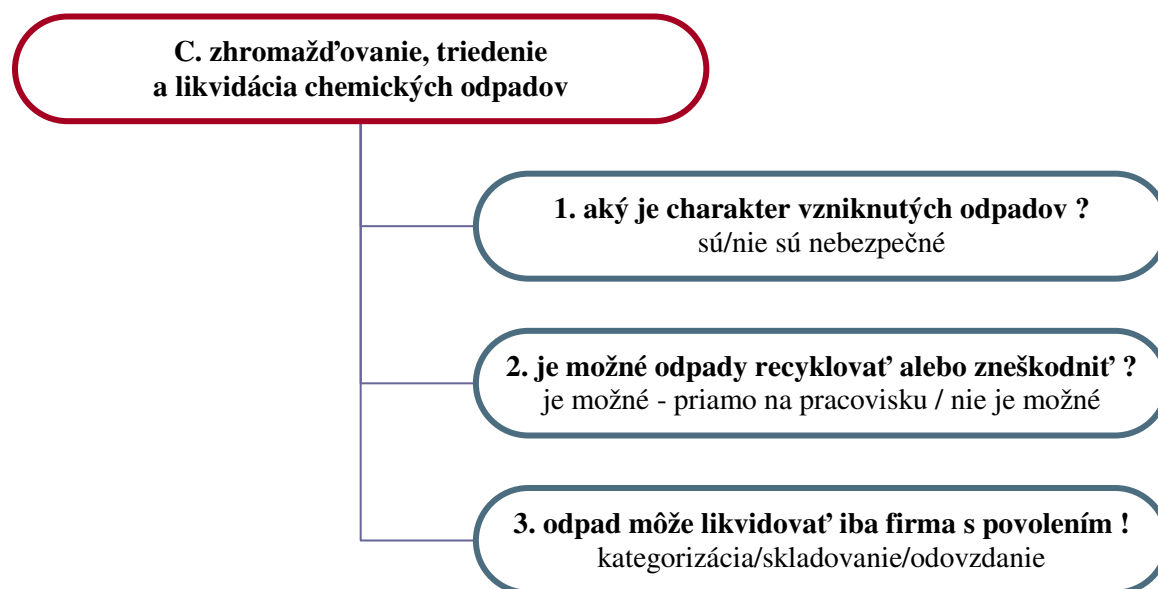


schéma č. 3

Ak tieto tri základné body sú premyslené, spracované, vzniknutá databáza údajov poskytuje relevantné a potrebné informácie aj do posudku o riziku pri práci s nebezpečnými chemickými faktormi, ktorý je súčasťou prevádzkového poriadku pre prácu s nebezpečnými chemickými faktormi.

## 2 POSUDZOVANIE PRÁC NA ZÁKLADE MOŽNÝCH RIZÍK

Azda najobľúbenejším súborom laboratórnych prác je stále skúmanie zloženia zlúčenín rôznymi postupmi. Človek je prirodzene zvedavá bytosť a potrebuje poznať vlastnosti, zloženie materiálov. Ak získa údaje a skúsenosti, sám sa lepšie uplatní v živote. Informácie sú práve tým dynamickým prvkom, ktoré posúvajú náš Svet a ľudstvo dopredu.

Práce, ktoré uvádza tento materiál boli vybrané práve v duchu poznania a pátrania. V chémii je to kľúčový moment pri praktických cvičeniach, v rámci ktorých žiaci zisťujú vlastnosti molekúl, prvkov, zlúčenín a podobne. Pri výbere sa zohľadnila aj úroveň vybavenosti školských laboratórií, či už z hľadiska chemických látok, laboratórneho skla alebo pomôcok. Práce sú jednoduché a/ale práve preto nápomocné pri prezentácii a pochopení niektorých javov. Je potrebné upozorniť na to, že úlohou tabuliek nie je poskytovanie rozsiahleho návodu na cvičenia. Úlohou je hľadanie a klasifikácia rizika pri prácach (1 - bezrizikové práce alebo práce s minimálnym rizikom, 2 - práce s únosnou mierou rizika, 3 - rizikové práce, 4 - práce s mimoriadnym rizikom, pričom rizikové kategórie 3 a 4 sú v školách zakázané).

názov práce	<b>Niektoré dôkazy suchou cestou</b>				
vhodnosť práce	Práca je vhodná pri prezentácii prítomnosti vybraných kationtov v anorganických zlúčeninách, na rozlíšenie anorganických a organických látok a na skúmanie prítomnosti niektorých aniónov.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
NaCl	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
KCl	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
CaCl <sub>2</sub>	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
SrCl <sub>2</sub>	čistá látka	Xn	áno	áno	1
LiCl	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
CuSO <sub>4</sub>	čistá látka	Xn, N	áno	áno	1
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
glukóza	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
CaCO <sub>3</sub>	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
Ca(COOH) <sub>2</sub>	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 mol/l	C	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. príprava roztoku H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> z 96 % preparátu - môže realizovať iba pedagóg (2)					
2. príprava 1 g z chemikálií na hodinové sklíčka - mal by realizovať iba pedagóg (1)					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	s dobre vyčisteným drôtikom sa prenesie niekoľko kryštálikov do plameňa kahana				
2.	na základe zafarbenia plameňa sa určí prítomný kationt ( $Na^+$ , $K^+$ , $Ca^{2+}$ , $Sr^{2+}$ , $Li^+$ , $Cu^{2+}$ )				
3.	v mikroskúmvke sa žíha malé množstvo glukózy, v druhej NaCl				
4.	anorganická látka sa nemení, organická sa zuhoľnatie (sčernie)				
5.	na niekoľko kryštálikov CaCO <sub>3</sub> , Ca(COOH) <sub>2</sub> a Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> sa nakvapká 1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>				
6.	na základe reakcie látok a zápachu vzniknutých plynov sa určí prítomnosť aniónov				
7.	vzniknuté plyny sa môžu preskúmať i navlhčeným indikátorovým papierikom (SO <sub>2</sub> )				
8.	vzniknuté plyny sa môžu preskúmať i zavedením do roztoku CaCl <sub>2</sub> (CO <sub>2</sub> )				
9.	kryštalické látky sa pozorujú pod mikroskopom, nakreslí sa tvar kryštálov				
10.					
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
plameňové skúšky a žíhanie - ochranné okuliare					
testovanie aniónov - ochranné okuliare a rukavice					
príprava roztoku H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - ochranné okuliare a rukavice					
obmedzenia	priestorové podmienky	odpadové hospodárstvo			
Pri skúmaní Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> je prísne zakázané používať väčšie množstvo ako 0,5 g, nakoľko vzniknutý plyn (SO <sub>2</sub> ) dráždi dýchacie cesty!	Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.	Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom (< 10 g z látok C, Xn a N).			
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Najvýznamnejšie riziko je pri skúmaní Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> . Ak by sa porušilo obmedzenie a použilo by sa väčšie množstvo z tejto látky ako je predpis, mohlo by dôjsť k podráždeniu dýchacích ciest vzniknutým plynom (3). Ináč sú uvedené práce bezrizikové (1). Práca je realizovateľná vo všetkých školách, v ktorých je laboratórium, alebo aspoň odborná učebňa. V jednoduchých učebniach sa neodporúča tieto práce realizovať.					



názov práce	<b>Niektoré dôkazy mokrou cestou</b>				
vhodnosť práce	Práca je vhodná pri prezentácii prítomnosti vybraných kationtov v anorganických zlúčeninách.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
Ag <sup>+</sup> , Cu <sup>2+</sup>	1 %	žiadne	áno	áno	1
Bi <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	2 %	žiadne	áno	áno	1
Mn <sup>2+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Zn <sup>2+</sup>	2,5 %	žiadne	áno	áno	1
Al <sup>3+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup>	5 %	žiadne	áno	áno	1
Na <sub>2</sub> S	1 %	žiadne	áno	áno	1
NaOH	2,5 %	žiadne	áno	áno	1
NH <sub>3</sub>	2,5 %	žiadne	áno	áno	1
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5 %	žiadne	áno	áno	1
KI	5 %	žiadne	áno	áno	1
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	5 %	žiadne	áno	áno	1
KSCN	5 %	žiadne	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. prípravu roztokov vzoriek kationtov okrem Ag <sup>+</sup> (2) môže realizovať aj žiak (1)					
2. prípravu skúmadiel okrem NaOH, NH <sub>3</sub> a Na <sub>2</sub> S (2) môže realizovať aj žiak (1)					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	na kvapkaciu dosku s jamkami sa nadávajú roztoky kationtov (každý riadok iný)				
2.	do stĺpcikov sa pridá niekoľko kvapiek z jednotlivých detekčných činidiel				
3.	na základe zafarbení sa určí prítomnosť určitého kationtu v neznámej vzorke				
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
príprava roztokov NH <sub>3</sub> , NaOH - ochranné okuliare a rukavice, digestor					
príprava Ag <sup>+</sup> - ochranné okuliare a rukavice					
príprava ostatných roztokov a celá práca - ochranné rukavice					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
Dodržujte uvedené koncentrácie, nakoľko pri vyšších už kategória 1 neplatí.		Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom (< 1 g z látok N).	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Pri tejto práci sa pracuje s riedenými roztokmi, ktoré sú bezrizikové (1), samozrejme len pri dodržaní základných požiadaviek bezpečnej práce. Ak je pokus precízne pripravený, je možné ho realizovať aj v bežných učebniach. Každý žiak by mal mať tácku, na ktorej sú položené roztoky s pipetami a kvapkacia doska (veľmi dobré sú jednorazové, umelohmotné, používané v zdravotníctve). Pre vzorky kationtov sú vhodné najmä dusičnany. Práca je jednoduchá.					

názov práce	<b>Čiastočná elementárna analýza</b>				
vhodnosť práce	Elementárna analýza nadväzuje na predchádzajúce práce. Analýzou suchou cestou sa dokázalo, že skúmaná látka je organická. Otázne je, aké prvky obsahuje. Odpoveď poskytne elementárna analýza.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
CuO	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
Ca(OH) <sub>2</sub>	nasýtený r.	C	áno	áno	1
škrob	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
I <sub>2</sub>	čistá látka	C, N	áno	áno	2
acetón	čistá látka	Xi, F	áno	áno	2
hexán	čistá látka	F, Xn, N	áno	áno	2
NaOH	čistá látka	C	áno	áno	2
CuSO <sub>4</sub> (bezvodý)	čistá látka	Xn, N	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. chemické látky (1-5 g alebo 1-5 ml) do skúmaviek pripraví pedagóg (1-2)					
2. nasýtený roztok Ca(OH) <sub>2</sub> (< 50 ml) môže pripraviť aj žiak (1)					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	malé množstvo škrobu sa žíha s päťnásobným množstvom CuO				
2.	vzniknutý plyn sa zavedie do nasýteného roztoku Ca(OH) <sub>2</sub>				
3.	ak sa roztok zakalí, je dokázaný C				
4.	ak sa na studenších časti skúmavky objaví H <sub>2</sub> O, ktorá CuSO <sub>4</sub> zafarbí, je dokázaný H				
5.	zrníčka jódu sa umiestnia do jamiek bielej, porcelánovej kvapkacej dosky				
6.	na jód sa nakvapkajú rôzne organické rozpúšťadlá (napr. acetón, hexán)				
7.	ak je roztok fialový, skúmaná látka neobsahuje O, ak hnedý, potom obsahuje				
8.	skúmaná látka sa žíha s dvojnásobným množstvom NaOH				
9.	k otvoru skúmavky sa priloží navlhčený lakmusový papierik				
10.	ak zafarbenie indikuje alkalické prostredie, je dokázaný N				
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
príprava nasýteného roztoku Ca(OH) <sub>2</sub> - ochranné okuliare a rukavice					
dôkaz C a H - ochranné okuliare a rukavice					
dôkaz O - ochranné rukavice					
dôkaz N - ochranné okuliare a rukavice					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
Nikdy nepoužívajte väčšie množstvá ako je predpis! Ak sa pokus vykonáva ako demonštračný a používajú sa i väčšie množstvá látok, je nutné používať laboratórny digestor.		Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom (< 1 g z látok N).	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Práca je pri dodržaní základných bezpečnostných predpisov a uvedených množstiev chemických látok prakticky bezriziková (1), v určitých, hlavne prípravných segmentoch možno, s únosnou mierou zdravotného rizika (2). Počas práce, s takto kategorizovanými látkami je nutný stály odborný dohľad pedagóga. Zaujímavý je i dôkaz halogenidov.					

názov práce	<b>D ô k a z n i e k t o r ý c h f u n k č n ý c h s k u p í n</b>				
vhodnosť práce	Dôkazom funkčných skupín získame hodnotné informácie o organickej látke, ktorú sme podrobili elementárnej analýze. Touto analýzou sa dopĺňujú skúšky suchou cestou a elementárna analýza.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
2,4-dinitrofenylhydrazín	1 %	Xn	áno	áno	1
acetón	čistá látka	Xi, F	áno	áno	1
AgNO <sub>3</sub>	10 %	C, N	áno	áno	1
NaOH	10 %	C	áno	áno	1
NH <sub>3</sub>	26 %	C, N	áno	nie	2
acetaldehyd	čistá látka	F+, Xn	áno	nie	2
1-naftol	čistá látka	Xn	áno	áno	1
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	96 %	F	áno	áno	1
FeCl <sub>3</sub>	15 %	Xn	áno	áno	1
K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	1 %	žiadne	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. roztoky 2,4-dinitrofenylhydrazínu, AgNO <sub>3</sub> a NaOH môže pripraviť iba pedagóg (2)					
2. zmes roztokov podľa 3. bodu postupu by mal pripraviť skôr pedagóg (2)					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	k acetónu na kvapkacej doske sa pridajú tri kvapky 2,4-dinitrofenylhydrazínu				
2.	intenzívne zafarbená zrazenina je dôkazom ketónovej skupiny				
3.	zmieša sa AgNO <sub>3</sub> a NaOH (1:1) a opatrne sa pridá NH <sub>3</sub> , do rozpustenia zrazeniny				
4.	k roztoku sa pridá kvapka acetaldehydu a zmes sa opatrne zahrieva				
5.	vznik čiernej zrazeniny je dôkazom aldehydovej skupiny				
6.	na filtračný papier sa naniesie kvapka etanolického roztoku 1-naftolu				
7.	pridá sa jedna kvapka FeCl <sub>3</sub> a K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]				
8.	vznik tyrkysovo modrej farby indikuje prítomnosť fenolu				
9.					
10.					
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
práca s NH <sub>3</sub> - ochranné okuliare a rukavice, laboratórny digestor					
príprava ostatných roztokov - ochranné okuliare a rukavice					
dôkazy - ochranné okuliare a rukavice					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
Niektoré zdroje označujú 2,4-dinitrofenylhydrazín symbolom E v suchom stave. Vždy používajte iba veľmi malé množstvá látok, pokus bude rovnako efektívny.		Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom (< 1 g z látok N).	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Samotné dôkazy sú prakticky bezrizikové práce (1). Treba si dávať pozor pri príprave roztokov, tú by mal realizovať pedagóg (1-2). Obmedzenia platia pre koncentrovaný roztok NH <sub>3</sub> a acetaldehyd (zakázané mladistvým). Avšak, ak žiak z acetaldehydu použije iba predpísané množstvo, riziko je eliminované. Zaujímavé je i dôkaz alkoholov a amínov.					

názov práce	<b>Stanovenie fyzikálnych konštánt</b>				
vhodnosť práce	Stanovením niektorých fyzikálnych konštánt získame ďalšie informácie o zlučeninách, ktoré sme už podľa predchádzajúcich postupov preskúmali. Výsledky majú, na rozdiel od predchádzajúcich skúšok, číselný rozmer.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
etylacetát	čistá látka	F, Xi	áno	áno	1
1-naftol	čistá látka	Xn	áno	áno	1
glycerol	87 %	žiadne	áno	áno	1
KCl	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. Potrebné množstvo etylacetátu by mal pripraviť pedagóg (1)					
2.					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	odváži sa prázdny pyknometer (alebo odmerná banka), naplní sa etylacetátom				
2.	pyknometer sa opäť odváži, potom sa vypočíta hustota etylacetátu pri danej teplote				
3.	do sklenenej kapiláry so zataveným dnom sa nasype malé množstvo 1-naftolu				
4.	kapilára sa spojí s teplomerom a vloží sa do Thieleho skúmavky s glycerolom				
5.	obsah sa pomaly zahrieva, v momente vytvorenia menisku sa odčíta teplota topenia				
6.	pripraví sa asi 20 ml nasýteného roztoku KCl pri 25 °C				
7.	z roztoku sa odpipetuje presne 5 ml do odváženej porcelánovej misky				
8.	voda sa odparí na vodnom kúpeli, následne sa miska s KCl vysuší v sušiarňi				
9.	opäť sa odváži a vypočíta sa rozpustnosť KCl pri 25 °C				
10.					
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
práca s etylacetátom - ochranné rukavice					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
Etylacetát je horľavá látka, preto na pracovisku je možné skladovať iba nutne potrebné množstvo. Nepoužívajte otvorený plameň, ale elektrické variče.		Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom.	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Tieto práce sú bezrizikové (1), samozrejme iba v tom prípade, ak sa používajú predpísané množstvá látok. Veľmi zaujímavé a efektívne je i stanovenie destilačného rozmedzia a bodu topenia. Rozpustnosť je možné stanoviť s rôznymi látkami pri rôznych teplotách.					

názov práce	<b>G r a v i m e t r i a</b>				
vhodnosť práce	Vážkové stanovenie vápnika je vhodná metóda na prezentáciu zrážania, následnej separácie zrazeniny a stanovenia vápnika na základe hmotnosti vzniknutej nerozpustnej zlúčeniny.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	čistá látka	Xi	áno	áno	1
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .10H <sub>2</sub> O	čistá látka	Xi	áno	áno	1
CaCO <sub>3</sub>	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1.					
2.					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	navážia sa 1,00 g CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O a pridá sa asi 20 ml destilovanej vody				
2.	pripraví sa asi 20 ml 5 % roztoku Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .10H <sub>2</sub> O				
3.	roztoky sa zohrejú a zmiešajú sa				
4.	vzniknutá zrazenina sa oddelí filtráciou cez vopred odvážený filtračný papier				
5.	zrazenina na filtri sa dôkladne premyje horúcou destilovanou vodou				
6.	úplnosť premytia sa skontroluje indikátorovým papierikom				
7.	filter so zrazeninou sa vysuší pri 105 °C a následne sa odváži				
8.	z hmotnosti zrazeniny CaCO <sub>3</sub> sa vypočíta obsah Ca v CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O				
9.					
10.					
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
celá práca - ochranné rukavice					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
		Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom.	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Táto práca je úplne bezriziková (1). V zozname chemikálií figuruje aj produkt reakcie. Pri každom posúdení treba skúmať i vzniknuté produkty.					

<i>názov práce</i>	<b>V o l u m e t r i a</b>				
<i>vhodnosť práce</i>	Pri rôznych stanoveniach je zaujímavé porovnať údaje, výsledky. V rámci tejto a predchádzajúcej metódy je možné prezentovať žiakom dôležitosť precíznej a presnej práce. Ak je žiak dôsledný, výsledky budú rovnaké.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
<i>názov</i>	<i>koncentrácia</i>	<i>nebezpečné vlastnosti</i>	<i>pracovať s prípravkom môže</i>		<i>kategória rizika</i>
			<i>pedagóg</i>	<i>žiak</i>	
CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	čistá látka	Xi	áno	áno	1
chelatón 3	0,100 mol/l	žiadne	áno	áno	1
murexid : NaCl	1 : 100	žiadne	áno	áno	1
NaOH	10 %	C	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. prípravu 10 % roztoku NaOH môže realizovať iba pedagóg (2)					
2.					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	navážia sa 0,200 g CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O a pridá sa asi 80 ml destilovanej vody				
2.	pridá sa 20 ml NaOH a malé množstvo murexidu				
3.	roztok sa titruje odmerným roztokom chelatónu 3 z ružového do fialového zafarbenia				
4.	zo spotreby odmerného roztoku sa vypočíta obsah Ca v CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O				
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
celá práca - ochranné rukavice					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
		Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom.	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Táto práca je úplne bezriziková (1).					

názov práce	<b>Kolorimetria</b>				
vhodnosť práce	Metóda zdôrazňuje lineárnu závislosť medzi koncentráciou stanovenej zložky a zafarbením roztoku. Je vhodná aj ako spektrofotometrická metóda stanovenia celkového železa.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
KSCN	10 %	žiadne	áno	áno	1
FeCl <sub>3</sub>	1 g Fe/l	žiadne	áno	áno	1
HCl	10 %	C	áno	áno	1
KMnO <sub>4</sub>	0,1 %	žiadne	áno	áno	1
FeCl <sub>3</sub>	čistá látka	Xn	áno	áno	1
KSCN	čistá látka	Xn	áno	áno	1
KMnO <sub>4</sub>	čistá látka	O, Xn, N	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. prípravu 10 % roztoku HCl môže realizovať iba pedagóg (2)					
2. prípravu ostatných roztokov môže pripraviť aj žiak (1)					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	z roztoku 1 g Fe/l sa pripraví pracovný roztok stonásobným riedením vodou				
2.	z pracovného roztoku s koncentráciou 10 mg Fe/l sa pripraví porovnávacie roztoky				
3.	porovnávacie roztoky majú koncentráciu: 0,5 1,0 2,0 a 3,0 mg Fe/l				
4.	porovnávacie roztoky sa pripravujú v odmerných bankách s objemom 100 ml				
5.	objem po napipetovaní potrebného množstva pracovného roztoku sa upraví na 50 ml				
6.	potom do každej banky sa pridá 5 ml roztoku HCl a 5 kvapiek roztoku KMnO <sub>4</sub>				
7.	po premiešaní sa roztoky nechajú 10 minút stáť				
8.	pridá sa 5 ml roztoku KSCN a banky sa doplnia po značku a obsah sa premieša				
9.	ak máme i neznámu vzorku, napríklad vodu z jazera, môžeme porovnať zafarbenia				
10.	ak je k dispozícii spektrofotometer, zmeria sa A pri vlnovej dĺžke 530 nm				
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
celá práca - ochranné rukavice					
príprava roztoku HCl z 35 % roztoku HCl - ochranné rukavice a okuliare, digestor					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
		Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom.	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Táto práca je úplne bezriziková (1).					

názov práce	<b>Chromatografia</b>				
vhodnosť práce	Chromatografické metódy majú úlohu rozdeliť, separovať zmes látok na jednotlivé komponenty. Práca je vhodná na prezentáciu zložitosti materiálov a látok.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
etylalkohol	96 %	F	áno	áno	1
lekársky benzín	čistá látka	F, Xn, N	áno	nie	2
2-propanol	čistá látka	F, Xi	áno	áno	1
metylčerveň	0,05 %	žiadne	áno	áno	1
metyloranž	0,05 %	žiadne	áno	áno	1
metylénová modrá	0,05 %	žiadne	áno	áno	1
metylčerveň	čistá látka	Xn	áno	áno	1
metyloranž	čistá látka	T	áno	nie	2
metylénová modrá	čistá látka	Xn	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. mobilnú fázu (benzín : 2-propanol : voda 100:10:0,25) môže pripraviť iba pedagóg (2)					
2. zmes farbív môže pripraviť iba pedagóg (2)					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	zelené listy rastlín sa rozdrví pomocou piesku a etanolu na kašovitú hmotu				
2.	roztok farbív sa oddelí filtráciou				
3.	extrakt sa zahustí odparením časti alkoholu				
4.	z koncentráту sa naniesie jedna kvapka na chromatografickú dosku (Silufol)				
5.	systém sa nechá vyvíjať v mobilnej fáze				
6.	po rozdelení farbív sa doska z mobilnej fázy vyberie nechá sa vysušiť				
7.	pozorujú sa oddelené škvrny				
8.	postup je možné realizovať i s obyčajnou kriedou alebo filtračným papierom				
9.	namiesto zelených listov sa môžu otestovať farebné fixky, alebo zmes farbív				
10.					
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
celá práca - ochranné rukavice					
príprava mobilnej fázy a roztoku farbív - ochranné rukavice a okuliare, digestor					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
Žiaci (maloleté osoby) nemôžu pracovať s toxickou látkou (T), pedagóg môže iba v tom prípade, ak disponuje s povolením na prácu s toxickými látkami.		Odborná učebňa a chemické laboratórium s digestorom.		Okrem mobilnej fázy všetky odpady je možné likvidovať bežným spôsobom. Mobilná fáza je použiteľná dlhodobo.	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Samotná práca je bezriziková (1). Pri príprave je potrebné počítať s únosnou mierou rizika (2). Dôležité je používať lekársky a nie technický benzín, nakoľko ten je karcinogénny. Namiesto metyloranže je možné použiť inú látku, ktorá nie je toxická. Z mobilnej fázy je nutné pre žiakov pripraviť malé množstvo, aby nepracovali s veľkým množstvom benzínu.					



názov práce	pH				
vhodnosť práce	Azda najobľúbenejším chemickým pokusom v základných školách je skúmanie pH hodnoty kyselín a zásad. Práca je jednoduchá a predsa poskytuje zaujímavé poznatky. Je zároveň pestrofarebná a atraktívna.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
HCl	1 %	žiadne	áno	áno	1
NaOH	1 %	žiadne	áno	áno	1
metylčerven	0,05 %	žiadne	áno	áno	1
tymolftaleín	0,05 %	žiadne	áno	áno	1
lakmus	0,05 %	žiadne	áno	áno	1
metyloranž	0,05 %	žiadne	áno	áno	1
kongo červen	0,05 %	žiadne	áno	áno	1
fenolftaleín	0,05 %	žiadne	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. prípravu roztokov NaOH a HCl môže realizovať iba pedagóg (2)					
2. prípravu roztokov indikátorov môže realizovať iba pedagóg (2)					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	do skúmaviek sa pripraví roztoky kyselín a zásad				
2.	do každej dvojice skúmaviek sa nadávkuje niekoľko kvapiek roztoku indikátora				
3.	pri dôslednejšom skúmaní sa zavedie aj tretia skúmavka s neutrálnym prostredím				
4.	vytvorí sa tabuľka s údajmi o zafarbení daného indikátora v rôznych prostrediach				
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
celá práca - ochranné rukavice					
príprava roztokov - ochranné rukavice a okuliare, digestor					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
Kongo červen a fenolftaleín sú v čistom stave karcinogénne látky, preto prípravu roztoku môže realizovať iba odborne spôsobilá osoba na pracovisku s vhodným povolením.		Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom.	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Táto práca je úplne bezriziková (1). Čo sa týka prípravy roztokov, je potrebné počítať s únosnou mierou rizika (2). Namiesto toxického metyloranžu a karcinogénneho fenolftaleínu a kongo červene (ak nie je možné zabezpečiť už hotové roztoky) sa odporúča použiť iné acidobázické indikátory (brómkrezolová zeleň, alebo prírodné, napr. červená kapusta a pod.).					

názov práce	<b>P l y n y</b>				
vhodnosť práce	Jednoduché prípravy niektorých plynov sú vhodné žiacke pokusy pre prezentáciu chemických reakcií, vlastností plynov, ale aj pre uskutočnenie niektorých syntéz.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
CaCO <sub>3</sub>	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5 %	žiadne	áno	áno	1
Ca(OH) <sub>2</sub>	nasýtený r.	C	áno	áno	1
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5 %	žiadne	áno	áno	1
Zn	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. prípravu roztokov H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> môže realizovať iba pedagóg (2)					
2.					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	do banky sa nasype CaCO <sub>3</sub> a cez oddeľovací lievnik sa pomaly pridáva H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>				
2.	vzniknutý plyn sa zachytí v roztoku Ca(OH) <sub>2</sub> , roztok sa od CO <sub>2</sub> zakalí				
3.	do skúmavky sa nasype KMnO <sub>4</sub> a pomaly sa pridáva H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>				
4.	ak sa do skúmavky ponorí tlejúca sa drevená palička, tá opäť začne horieť				
5.	do skúmavky sa nasype práškový Zn a pridá sa H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>				
6.	vznikajúci plyn sa zachytí v ďalšej skúmavke, ktorá sa opatrne priblíži k plameňu				
7.	malý výbuch indikuje prítomnosť H <sub>2</sub>				
8.					
9.					
10.					
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
celá práca - ochranné rukavice a okuliare					
príprava roztokov - ochranné rukavice a okuliare					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
Vodík je výbušný plyn a preto je možné pripraviť iba menšie objemy. S koncentrovanou H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> žiaci nemôžu pracovať, preto riedený roztok môže pripraviť iba pedagóg.		Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom.	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Táto práca nie je riziková, prípadné riziko je eliminované používaním ochranných okuliarov. (1-2). Čo sa týka prípravy roztokov je potrebné počítať s únosnou mierou rizika (2). Pokusy je možné skvalitniť zostavením zložitejších aparatúr s premývačkami plynov. Prípravu CO <sub>2</sub> je najlepšie realizovať v Kippovej aparatúre.					

názov práce	<b>Rýchlosť reakcie</b>				
vhodnosť práce	Nie všetky chemické reakcie prebehnú okamžite, alebo úplne kvantitatívne. Na možný časový posun, ktorý je závislý od koncentrácie upozorňuje táto práca, ktorá je veľmi jednoduchá, avšak môže poskytnúť kvalitné údaje.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
Na <sub>2</sub> S <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
HCl	10 %	C	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. prípravu roztoku HCl môže realizovať iba pedagóg (2)					
2.					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	do skúmavky sa pripraví 10 % roztok Na <sub>2</sub> S <sub>3</sub> O <sub>3</sub> a do druhej 10 % roztok HCl				
2.	do ďalších skúmaviek sa pripraví desaťnásobne riedené roztoky				
3.	riedenia sa zopakujú celkom päťkrát				
4.	potom sa zmieša obsah prvej skúmavky s HCl s prvou skúmavkou s Na <sub>2</sub> S <sub>3</sub> O <sub>3</sub>				
5.	meria sa čas, kým sa neobjaví žltkastá farba				
6.	takto sa zmiešajú i ďalšie zriedenia a vždy sa zaznamená čas, potrebný na reakciu				
7.	údaje sa môžu spracovať graficky t = f(c)				
8.	tiež sa môže preskúmať vplyv teploty na rýchlosť reakcie				
9.					
10.					
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
celá práca - ochranné rukavice a okuliare					
príprava roztoku HCl - ochranné rukavice a okuliare, digestor					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
Vždy pracujte iba s menšími množstvami chemikálií, eliminujete s tým prípadné zdravotné riziko a tiež chránite životné prostredie.		Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom.	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Táto práca je úplne bezriziková (1). Čo sa týka prípravy roztoku HCl je potrebné počítať s únosnou mierou zdravotného rizika a preto je potrebné používať laboratórny digestor (2).					

názov práce	<b>Pr í p r a v a F e S O <sub>4</sub> . 7 H <sub>2</sub> O</b>				
vhodnosť práce	Preparatívna anorganická chémia je dôležitá pri prezentácii chemických reakcií, premien, ako aj pri výučbe základoch chemickej technológie a techniky. Príprava tejto látky je veľmi jednoduchá a predsa zaujímavá.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
názov	koncentrácia	nebezpečné vlastnosti	pracovať s prípravkom môže		kategória rizika
			pedagóg	žiak	
Fe	čistá látka	žiadne	áno	áno	1
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	roztok	C	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. prípravu roztoku H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> z 96 % preparátu môže realizovať iba pedagóg (2)					
2.					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	do varnej banky sa nasype vypočítané množstvo Fe				
2.	pridá sa vypočítané množstvo zriedeného roztoku H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>				
3.	po premiešaní sa banka nechá vo vodnom kúpeli pri 45 °C asi 2 hodiny				
4.	aby objem bol konštantný, banka sa napojí na spätný chladič				
5.	po ukončení reakcie sa zmes prefiltruje do kryštalizačnej misky				
6.	roztok sa nechá vychladnúť na 20 °C				
7.	kryštály produktu sa oddelia podtlakovou filtráciou				
8.					
9.					
10.					
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
celá práca - ochranné rukavice a okuliare, intenzívne vetranie miestnosti					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
Vždy pracujte iba s vypočítanými množstvami. Cieľom prípravy by malo byť množstvo menšie ako 10 g produktu (vzniká nebezpečný H <sub>2</sub> ).		Odborná učebňa a chemické laboratórium - intenzívne vetrateľné miestnosti.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom.	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Táto práca, ak sa pracuje s malými množstvami látok a miestnosť je dobre vetraná, je bezriziková. Vznikajúci vodík je výbušný a preto je dobré vetranie kľúčovou záležitosťou bezpečnej práce. Fe obsahuje aj nečistoty a preto môžu vznikať aj nebezpečné plyny. Z tohto dôvodu, i keď samotná reakcia je bezriziková (1), celkovo riziko je hodnotené ako únosné (2).					

<i>názov práce</i>	<b>Syntéza etylbromidu</b>				
<i>vhodnosť práce</i>	Syntéza etylbromidu patrí medzi najjednoduchšie syntézy v organickej chémii. Produkt je dôležitou látkou v medicíne, má anestetické účinky. Práca prezentuje nielen syntézu, ale i princíp destilácie.				
<b>potrebné chemikálie</b>					
<i>názov</i>	<i>koncentrácia</i>	<i>nebezpečné vlastnosti</i>	<i>pracovať s prípravkom môže</i>		<i>kategória rizika</i>
			<i>pedagóg</i>	<i>žiak</i>	
HBr	48 %	C	áno	nie	2
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	96 %	C	áno	nie	2
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	96 %	F	áno	áno	1
<b>potrebná predpríprava</b>					
1. koncentrované kyseliny do reakčnej banky môže pridávať iba pedagóg (2)					
2.					
<b>stručný pracovný postup</b>					
1.	do dvojhrdlej banky sa nadáva 21 g HBr, pridá sa 3,3 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>				
2.	banka sa neustále mieša, aj pri pridávaní látok				
3.	po vychladnutí zmesi sa k ľavému otvoru pripojí oddeľovací lievnik				
4.	banka sa spojí s chladičom typu rúra v rúre				
5.	z oddeľovacieho lievika sa opatrne pridá 6,3 ml CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH				
6.	napokon sa veľmi opatrne pridá 5,5 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>				
7.	etyl bromid sa pomaly destiluje do ľadovej destilovanej vody				
8.	koniec chladiča musí byť celý čas ponorený do ľadovej vody				
9.	produkt sa oddelí pomocou oddeľovacieho lievika				
10.	etyl bromid sa skladuje v zatavenej sklenenej ampulke				
<b>potrebné osobné ochranné pracovné prostriedky a technické ochranné prvky</b>					
celá práca - ochranné rukavice a okuliare					
<b>obmedzenia</b>		<b>priestorové podmienky</b>		<b>odpadové hospodárstvo</b>	
Žiak môže pridávať i koncentrované kyseliny do reakčnej banky, ale iba vtedy, ak sa jedná o prácu, ktorá je nevyhnutná pre jeho správnu odbornú prípravu na budúce povolanie.		Odborná učebňa a chemické laboratórium - pre túto prácu sú vyhovujúce aj bez laboratórneho digestora.		Vzniknutý odpad je možné rozpustiť, zriediť vodou, likvidovať bežným spôsobom.	
<b>celkové posúdenie práce z hľadiska rizík</b>					
Ak sa pracuje iba s predpísanými množstvami látok a aparátúra je správne poskladaná, prácu je možné označiť za prakticky bezrizikovú (1), avšak manipulácia s koncentrovanými kyselinami prináša určité únosné riziko a preto celkové hodnotenie práce, z hľadiska rizík, deklaruje prítomnosť únosnej miery zdravotného rizika (2).					

### skúšky suchou cestou

*plameňové skúšky sú populárne, efektívne a úplne bezrizikové*

*stačí grafitová ceruzka, do gumičky napichnutý drôtik a soľ skúmaného kovového katiónu*



### skúšky mokrou cestou

*skúmavkové pokusy by mal poznať každý žiak*

*skúmavky sú základnou výbavou chemického laboratória, stojan na skúmavky je možné vyrobiť aj z obyčajnej drevenej dosky*

*zrazeniny v skúmavkách poskytnú farbený svet*



### elementárna analýza

*pri použití minimálnych množstiev chemických látok sa šetrí životné prostredie, finančné zdroje školy a ešte k tomu sa eliminuje riziko*

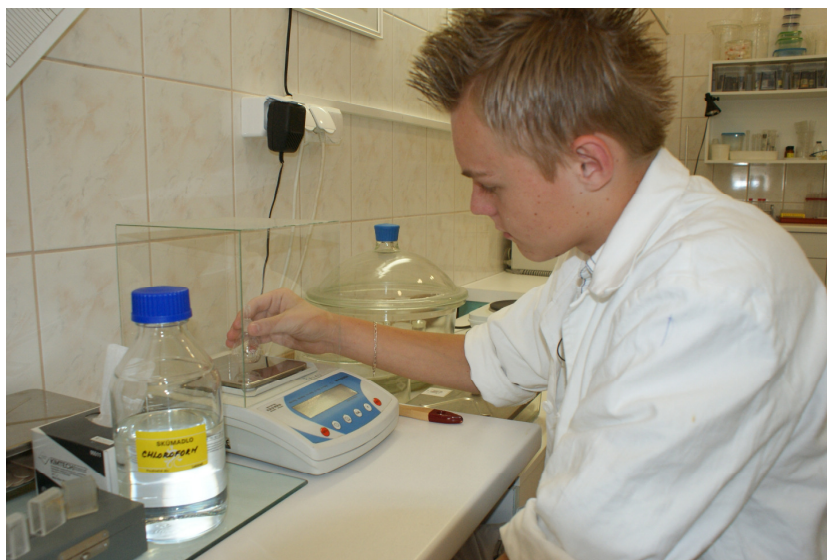
*fialová farba jódu potvrdzuje, že hexán neobsahuje kyslík*



### **fyzikálne konštanty**

*precíznosť a presnosť vážení sú kľúčové napríklad pri stanovení niektorých fyzikálnych konštánt*

*hustotu chloroformu je možné stanoviť vážením určitých objemov látky, najlepšie pomocou pyknometra*



### **jednoduchá destilácia**

*jednoduchá aparatúra, ktorá sa skladá z destilačnej banky, z chladiča a z predlohy, je vhodná, napríklad na stanovenie destilačného rozmedzia, alebo na rozdelenie zmesi látok s rôznou teplotou varu*

*na ohrev horľavín nikdy nepoužívajte plameň*



### **kryštalizácia**

*najkrajším okamihom prípravy anorganických zlúčenín je samotná kryštalizácia*

*ochladením nasýteného roztoku sa objavia svetlozelené kryštály heptahydrátu síranu železnatého*



### časová reakcia

*kyselina chlorovodíková a tiosíran sodný poskytujú slabožltý reakčný produkt*

*rýchlosť reakcie závisí od koncentrácie*

*pokus je jednoduchý a predsa efektívny a je aj úplne bezpečný*



### príprava plynov

*v jednoduchej aparatúre je možné pripraviť kyslík, oxid uhličitý, ale aj iné plyny*

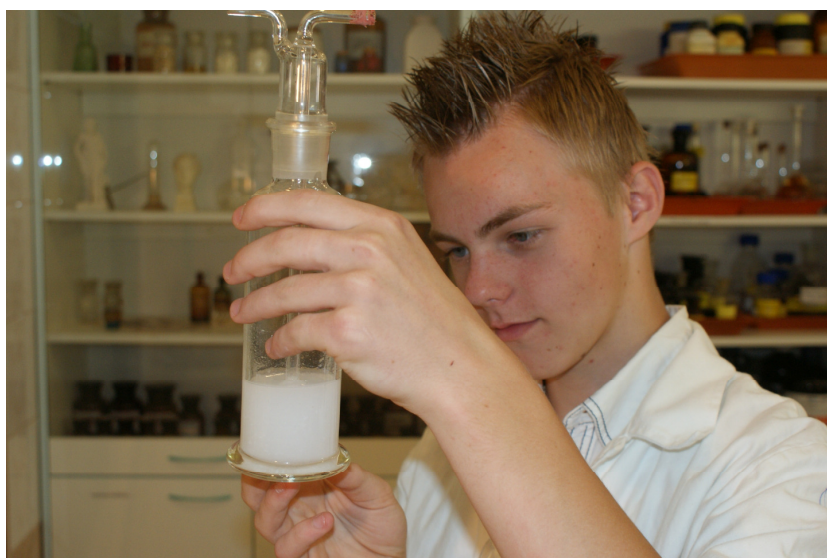
*do premývačky plynov je možné nadávkovať detekčný roztok pre pripravovaný plyn, ktorý zmenou farby, alebo vznikom zrazeniny indikuje daný plyn*



### dôkaz plynov

*vznikajúci oxid uhličitý bol zavedený do nasýteného roztoku hydroxidu vápenatého, pričom sa vylúčil biely produkt, uhličitan vápenatý*

*oxid uhličitý je možné dokázať i skúškou otvoreného plameňa, ktorý zhasne*





### **pH faktor**

*existuje celá paleta rôznych indikátorov, ktoré poskytujú rôzne zafarbenia v zásaditom, neutrálnom a kyslom prostredí*

*pre každého žiaka je zaujímavosťou určenie pH hodnoty nápojov, zrážkovej vody, rôznych kozmetík alebo moču*



### **organické syntézy**

*z hľadiska bezpečnosti najkritickejšou skupinou laboratórnych prác sú organické syntézy avšak i tie sa dajú realizovať, treba len dôkladne preštudovať dostupnú odbornú literatúru*

*organické syntézy sú zaujímavé už z hľadiska použitých aparátúr*



### **odmerná analýza**

*žiaľ, školské laboratória zápasia s nedostatkom prístrojov a aj preto nie raz tým najzložitejším zariadením je byreta*

*odmerná analýza môže poskytnúť základy analytického myslenia a je nástrojom mnohých aj zložitých stanovení, používaných dodnes*



### **spektrofotometria**

*rozšírenou a vďačnou metódou je spektrofotometria*

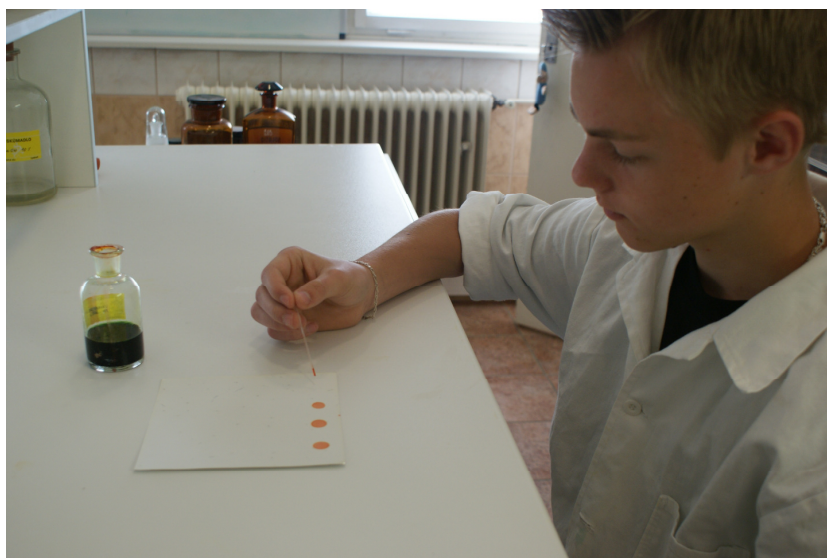
*stanovenie niektorých kovov alebo aniónov napríklad vo vode je nielen zaujímavé, ale aj užitočné, výsledky môžu ukázať, či je skúmaná voda pitná, alebo obsahuje škodlivé prvky*



### **chromatografia**

*v školách sa väčšinou praktizuje papierová, tenkovrstvová alebo stĺpcová chromatografia*

*farebné efekty, škvrnky, fluoreskujúce zložky zaujmú žiakov, pričom metódy chromatografie je možné využiť i pri výučbe biológie*



### **vážková analýza**

*gravimetriou je možné stanoviť zlučiny po prevedení do málo rozpustného stavu*

*počas analýzy je dôležitá filtrácia, kvantitatívne premytie zrazeniny a správne sušenie produktu*



## **chemikálie**

*je dôležité, aby žiaci, obzvlášť na odborných školách, poznali rôzne chemikálie*

*v laboratóriu skladujeme iba nevyhnutné látky v malých množstvách*

*obaly chemikálií musia byť jednoznačne označené*



## **digestor**

*odsávanie vzduchu v laboratóriu by malo byť prirodzené, vieme, že iba málo školských laboratórií disponuje s moderným digestorom*

*skoro všetky bežné pokusy sa dajú prispôsobiť učebniam bez digestorov, kľúčová je koncentrácia látok*



## **chémia je krásna veda**

*tento žiak mal šťastie: na základnej škole ho učila pedagogička s mimoriadnym záujmom o chemické pokusy, pričom sa jedná o malú školu bez laboratória*

*výsledkom pozitívneho vplyvu učiteľky je žiak, študujúci chémiu na strednej odbornej škole*



### 3 NAJČASTEJŠIE CHYBY PRI HODNOTENÍ RIZIKA

Veľmi často stačí k minimalizácii rizika nepatrný krok, modifikácia a danú prácu je možné realizovať napríklad i bez laboratórneho digestora. Stáva sa aj to, že aplikáciou vhodných osobných ochranných pracovných prostriedkov sa podarí riziko eliminovať do takej miery, že daná činnosť je hodnotiteľná ako bezriziková. Nasledovná tabuľka skúma možné nedorozumenia, vznikajúce hlavne vďaka neodbornej interpretácii príslušných právnych predpisov.

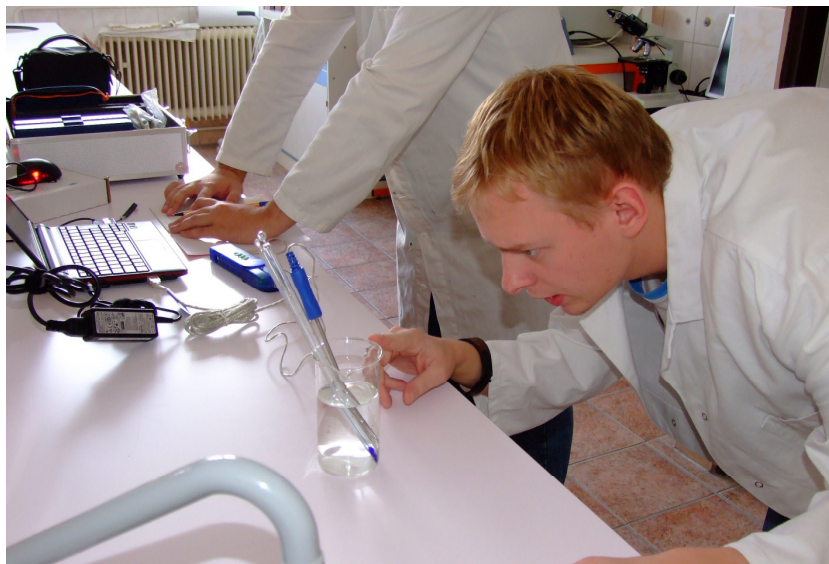
chemická substancia	riziká, obmedzenia, riešenia
35 % HCl	<p>Poleptá nielen pokožku, ale i sliznicu dýchacích ciest a preto nie je možné túto látku používať bez laboratórneho digestora (ani malé množstvá). S koncentrovanými kyselinami nemôžu pracovať maloletí žiaci.</p> <p><b>riešením môže byť:</b> Najmä spolupráca s inou školou, ktorá je vybavená digestorom. Roztok HCl s nižšou koncentráciou ako 10 % nie je klasifikovaný ako nebezpečná chemická látka. To znamená, že ak v škole, ktorá je vybavená digestorom sa pripraví takýto roztok, ten už je použiteľný aj v škole bez digestora. Aj 5 % roztok HCl rovnako reaguje s mnohými látkami a väčšinou sa aj tak používajú zriedené roztoky kyselín, čiže táto požiadavka nelimituje možnosti pedagóga.</p>
96 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	<p>Táto kyselina nie je prchavá a preto nie je nebezpečná na dýchacie cesty, avšak vieme, že s koncentrovanými kyselinami maloletí žiaci nemôžu pracovať. Výnimku tvoria práce, ktoré sú nevyhnutné pre správnu odbornú prípravu žiaka, napríklad v chemických školách.</p> <p><b>riešením môže byť:</b> Nakoľko kyselina sírová nepoškodzuje dýchacie cesty, nie je potrebné používanie laboratórneho digestora ani pri riedení. Pedagóg pripraví roztok s nižšou koncentráciou ako 5 %, ten už môžu používať i žiaci.</p>
fenolftaleín kongo červen metyloranž	<p>Bežné indikátory, bez ktorých chémia stráca určité farby. Posledné tvrdenie nie je správne, nakoľko existuje veľa iných indikátorov, ktoré poskytujú možno i krajšie, intenzívnejšie zafarbenia. Uvedené tri látky sú toxické a karcinogénne a preto práca s týmito látkami je v čistom stave v školách zakázaná.</p> <p><b>riešením môže byť:</b> Indikátory sa nikdy nepoužívali a ani sa nepoužívajú v čistom stave. Používajú sa roztoky s nižšou koncentráciou ako 0,1 %. Takéto roztoky už nie sú klasifikované ako karcinogénne, alebo toxické. Problém podľa tejto úvahy teda neexistuje. Kľúčová je iba</p>

	<p>príprava. Najlepším riešením je opäť spolupráca s inštitúciou, ktorá má povolenie na prácu s toxickými alebo karcinogénnymi látkami. Ak nie je možnosť na spoluprácu, škola by mala kupovať hotové roztoky indikátorov. Táto možnosť je ale krajným riešením, nakoľko aj medzi školami sa nájdu také, ktoré majú povolené práce s uvedenými skupinami látok - samozrejme pracovať s nimi môže iba laborant školy, resp. pedagóg, ktorý je držiteľom osvedčenia o odbornej spôsobilosti podľa príslušného zákona.</p>
I <sub>2</sub>	<p>Je zdraviu škodlivá látka. Používa sa najmä pri prezentovaní sublimácie. Mnohí pedagógovia túto látku nesprávne považujú za veľmi nebezpečnú, alebo až zakázanú. Nie je to pravda. S jódom môžu pracovať dokonca aj žiaci. Dôležité je používať ochranné rukavice a okuliare a hlavne nepoužívať veľké množstvá.</p>
<p>benzén azbest benzidín Ni<sup>2+</sup> Co<sup>2+</sup> CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup></p>	<p>Tieto látky sú karcinogénne, mutagénne, toxické, alebo inak nebezpečné. Silne znečisťujú životné prostredie. Niektoré sú úplne zakázané na akúkoľvek činnosť, dokonca v celej Európskej únii.</p> <p><b>riešením môže byť:</b> Nie je riešenie. Ani ho nehľadajme, alebo sa nesnažme umelo vykonštruovať príbeh o bezpečnom používaní týchto látok, napríklad s deklaráciami, že sa laboratórium dostatočne vetrá, alebo že žiaci majú ochranné rukavice. Toxikológovia, súčasné vedecké poznanie označili tieto látky za mimoriadne nebezpečné. Môžeme polemizovať nad tým, že však pred pár rokmi boli tieto látky bežné. Áno boli a tiež, pomaly každý tretí človek na svete má nejakú formu rakoviny. Chemici sú na tom azda najhoršie. Nevystavujme sa dobrovoľne, napriek zákazom, expozícii karcinogénmi a mutagénmi a určite neohrozujeme zdravie našich žiakov. O zbytočnom znečisťovaní životného prostredia ani nemusíme hovoriť, každému je jasné, kam putujú odpady po chemických pokusoch. Tieto látky sú zakázané a my, pedagógovia to musíme rešpektovať. Odborne <del>dostatočne</del> pripravený pedagóg nemá problém s nahradením týchto látok s inými látkami.</p>
<p>AgNO<sub>3</sub> (COOH)<sub>2</sub> CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O</p>	<p>Bežné nebezpečné chemické faktory, žieravé, zdraviu škodlivé alebo dráždivé. Hlavne staršia generácia pedagógov dodnes skladuje tieto prípravky medzi toxickými látkami, nakoľko prednedávnom boli klasifikované ako toxické. Etikety starších fliaš sú označené piktogramom "ostatných jedov".</p> <p><b>riešením môže byť:</b> Výmena etikety za aktuálnu. Dusičnan strieborný je látka žieravá a nebezpečná pre životné prostredie, síran meďnatý je zdraviu škodlivá a nebezpečná pre životné prostredie a kyselina šťaveľová zdraviu škodlivá. Podľa tejto aktuálnej klasifikácie je zrejme, že tieto zaujímavé chemikálie môžu byť súčasťou každého školského laboratória a môžu poskytnúť pedagógovi možnosť na realizáciu krásnych chemických pokusov.</p>
<p>KI NaHCO<sub>3</sub> K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub></p>	<p>Jedná sa o bezrizikové látky, ktoré je možné používať i v bežných učebniach. Podobne zaradených látok je veľmi veľa, čiže i pedagóg bez laboratória môže realizovať mnohé pokusy.</p>

## prístrojová chémia

*v modernom chemickom laboratóriu čoraz viac priestoru zaberú práve prístroje*

*prezentovať základné princípy chémie nie je možné bez chemikálií a preto rovnováha medzi prístrojmi a chemikáliami musí byť v školách vyvážená*



## prírodné prostredie

*životné prostredie je domovom chémie, ktoré poskytuje zaujímavé objekty na bádanie*

*žiaci pri práci dýchajú čerstvý vzduch, okolitá príroda im poskytne odpoveď na mnohé otázky a chémia sa stáva zážitkom*



## výsledky, úspechy

*okrem povinného učiva je možné realizovať projekty, súťaže, krúžky, ktoré absolvujú žiaci s mimoriadnym záujmom*

*prvé miesto v súťažiach poteší žiakov a je nesmierne efektívnym prvkom povzbudenia aj pre pedagóga do ďalšej práce*



## ZÁVER

Posudzovanie rizika pri práci s nebezpečnými chemickými faktormi nie je vôbec jednoduchá úloha pre pedagóga. Treba hodnotiť nielen rizikovosť samotných chemikálií, ale je potrebné skúmať i interakcie, reakčné produkty, nepredvídateľné javy, akumulčné riziká a riziko vzniku nebezpečných chemických odpadov, respektíve možné spôsoby ich odstránenia. Aby posúdenie bolo relevantné, nemôže byť zovšeobecnené, napríklad pre jednu exponovanú skupinu laboratórií, v tomto prípade školských. Mnohé školské laboratóriá, odborné učebne sú vybavené podľa určitej schémy, dokonca priestorové členenie majú tiež rovnaké a evokujú obraz rovnakosti aj vo výskyte rizík. Takéto hodnotenie zo strany posudzovateľa by nebolo relevantné. Osobitné charakteristiky škôl, učebných osnov, prístupu pedagóga k laboratórnym cvičeniam, druhy chemikálií a podobne, sú faktory, ktoré značne ovplyvnia druh a úroveň rizika.

Ako je zrejme aj z predchádzajúcich tabuliek, tá istá laboratórna práca môže byť úplne bezriziková - pri vhodnej vybavenosti, ale aj riziková - pri prekročení určitých koncentrácií, ba aj zakázaná - ak napríklad vznikajú produkty, ktoré sú zakázané v školách.

V posudzovaní rizika nemusíme vidieť iba ďalšiu byrokraciu, alebo nepriateľský proces voči chémii. Posudzovanie je odborná záležitosť, ktorá upozorní na možné riziká o ktorých sme dlhé roky možno ani nevedeli, naučí zistiť štúdiom kariet bezpečnostných údajov zaujímavé údaje o bežných chemikáliách, o ktorých sme možno nevedeli a tiež vychováva nás učiteľov a prostredníctvom našich vedomostí aj žiakov, napríklad na dôležitosť ochrany zdravia pri práci, precíznosť a hygienu pri práci v laboratóriu, ale aj na patričnú ochranu zložiek životného prostredia.

Ďalšie pozitívum procesu posudzovania je fakt, že práve vďaka neho sa v chemických kabinetoch a v školských laboratóriách naštartuje akoby uzdravovací proces. Zlikvidujú sa nepotrebné chemikálie, neoznačené, neošútkované látky sa preskúmajú, objavia sa zabudnuté zásoby pomôcok a žiaci si uvedomia prítomnosť školského laboratória. Je potrebné sa priznať, v mnohých školských laboratóriách vládne neporiadok, chaos a špina. Nie je to správne. Chémia je čistá veda, ktorá si zaslúži usporiadaný, čistý a systematický kabinet, sklad. Ak je chémia v dobrých rukách, nie je nebezpečná, zdraviu škodlivá, karcinogénna a mutagénna. Práve naopak. Chémia je zaujímavá, praktická, všade prítomná a potrebná, farebná, občas aj voňavá a v každom prípade pre budúce generácie stále aktuálna.

Nemôžeme ale zabudnúť ani na nebezpečnú stránku chémie. Chemické látky nie sú označené piktogramami iba preto, aby obaly boli krajšie, zaujímavejšie, ale pretože pri práci hrozí určité riziko. Ak si to riziko uvedomíme, budeme ho mať pod kontrolou. Možno v procese uvedomenia si pomôžu fotografie, nachádzajúce sa ďalej. Ukazujú strašidelnú scéniu toho, ako sa môžu správať chemické látky, ak sa k nim pristupuje nezodpovedne.

Ako autor veľkého počtu posudkov a pedagóg Vám úprimne želám, aby tento dokument vo Vašej práci bol nápomocný a aby ste nikdy nemuseli zápasiť s tou menej populárnou, nebezpečnou tvárou chémie. Na základe svojich skúseností môžem potvrdiť, že proces posudzovania je zvládnuteľný a v mnohých segmentoch zaujímavý. Treba k tomu pristupovať s pozitívnym nasadením a potom sa povinnosť zmení na zaujímavosť a radosť.

### požiar skladu

*chemické odpady sú často nestabilné látky, ktoré môžu hocikedy vybuchnúť, zapríčiniť vznik požiaru, alebo sa z nich môžu uvoľniť toxické plyny*

*pri horení horľavín sa dosahuje taká vysoká teplota, že sa nevratne poškodí celá budova*



### laboratórne odpady

*zbytočné a staré chemikálie treba odovzdať na likvidáciu, avšak aj odovzdanie má určité prísne pravidlá*

*fotografia znázorňuje prípad, kedy zrejme, jeden z odovzdaných látok zapríčinil masívny požiar celého skladu chemického odpadu*



### zanedbaný sklad

*v prípade suterénnych priestorov je obzvlášť potrebné sledovať zmenu teploty, nakoľko niektoré látky môžu zamrznúť a roztrčať sklenený obal*

*po roztavení dôjde ku kontaminácii regálov, podlahy aj osôb*





## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ZDROJOV

1. Nariadenie Európskeho Parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 zo 16. decembra 2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí, o zmene, doplnení a zrušení smerníc 67/548/EHS a 1999/45/ES a o zmene a doplnení nariadenia (ES) č. 1907/2006
2. Nariadenie Komisie (ES) č. 790/2009 z 10. augusta 2009 ktorým sa na účely prispôsobenia technickému a vedeckému pokroku mení a dopĺňa nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí
3. BARTAL, M., REMETOVÁ, M.: Bezpečnostné predpisy pri práci v chemickom laboratóriu, Metodicko-pedagogické centrum, Bratislava, 2011, ISBN 978-80-8052-402-9
4. Informácie o chemických látkach a prípravkoch dostupné 11. 5. 2012 na [www.merck.sk](http://www.merck.sk)
5. Použité fotografie sú z archívu autora