

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra analytické chemie

**Tvorba úloh do cvičení z chemie pro žáky základních škol
a nižších ročníků středních škol s tématikou
forenzní chemie**

Autor práce: Lucie Kujanová

Studijní obor: Chemie pro víceoborové studium – Matematika (CH-M)

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Vítězslav Maier, Ph.D.

Olomouc 2012

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Vítězslava Maiera, Ph.D. a s použitím uvedené literatury.

Souhlasím s tím, že práce bude prezenčně zpřístupněna v knihovně Katedry analytické chemie, Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

V Olomouci dne 17. 4. 2012

.....

Děkuji doc. RNDr. Vítězslavu Maierovi, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, za spolupráci, věcné připomínky, poskytnuté rady a čas, který mi věnoval při konzultacích i práci v laboratoři. Děkuji také rodině, zejména za psychickou podporu její čas a trpělivost.

Shrnutí

Tato bakalářská práce se zabývá přípravou doplňujících výukových materiálů s námětem forenzní chemie pro žáky základních a nižších ročníků středních škol a také pro jejich vyučující.

Největší problém je, že žáci nemají dostatečnou motivaci k přírodovědným předmětům a nedovedou si představit jejich praktické využití. V dnešní době asi není v silách vyučujících, aby žákům poskytli dostatek argumentů, proč by se měli o chemii zajímat a už vůbec ne, že by pro ně chemie mohla být využitelná i v praxi. Mě osobně forenzní chemie velmi zaujala, a proto jsem pracovala na tom, aby se tato věda mohla dostat i do podvědomí žáků. Díky zařazení forenzní chemie do výuky by mohlo dojít k větší motivaci žáků a také ke zlepšení jejich přístupu k přírodním vědám. Rozšíření obzoru pomocí doplňujících věd pomůže s největší pravděpodobností zaujmout větší množství žáků.

V teoretické části práce popisuje základní postupy používané ve forenzní analýze a jejich využití v kriminalistické praxi. A také stručný popis teorie forenzních věd. Dále poté praktická část práce popisuje několik praktických návodů k laboratorním cvičením s námětem forenzní chemie a tím se snaží žákům přiblížit jeden z mnoha zajímavých chemických oborů.

Summary

This thesis deals with preparation of complementary educational materials for students of elementary schools and their teachers about forensic chemistry theme.

The students do not get motivated to natural sciences and their application presently. The students do not get incentives enough to be interested in chemistry and practical use of chemistry. The forensic chemistry interests me enough to work on materials which should popularize forensic chemistry for students. The integration of forensic chemistry to teaching would be able to improve attitude of students to natural sciences and interest more students.

The theoretical part of the thesis describes fundamental methods of forensic analysis and the use of forensic analysis in practise of criminal investigators. This part includes also brief characterization of forensic sciences theory. The practical part of thesis contains several proposals of laboratory exercises in order to popularize the interesting chemical field to students.

Obsah

1. ÚVOD	8
I. TEORETICKÁ ČÁST	9
2. FORENZNÍ VĚDY	9
2.1. FORENZNÍ CHEMIE	10
2.1.1. Práce forezních vědců.....	11
2.2. DAKTYLOSKOPIE	11
2.2.1. Otisky mohou být zajišťovány	12
2.2.2. Jak pracuje odborník přes daktyloskopii?	12
2.2.3. Obrazce papilárních linií na člancích prstů jsou dány třemi fyziologickými zákony....	13
2.2.4. Klasifikace otisků podle papilárních linií.....	13
2.2.5. K čemu je dobrý otisk prstu?.....	14
2.3. METALOGRAFIE	15
2.3.1. Předmět kriminalistické metalografie	16
2.3.2. Metalografické metody	16
2.3.3. Metody zkoumání vad kovových materiálů	16
2.3.4. Účinek na materiál může být:.....	17
2.3.5. Ražba kovů.....	17
2.3.6. Kriminalisté zaměřeni na metalografii	18
2.4. KRIMINALISTICKÁ BIOLOGIE – KREVNÍ STOPY	18
2.4.1. Funkce krve:.....	19
2.4.2. Přenos dýchacích plynů:.....	19
2.4.3. Složení krve.....	20
2.4.4. Krevní skupiny a Rh faktor	20
2.4.5. Vyšetřování krevních stop.....	21
II. PRAKTICKÁ ČÁST	23
3. JÁ CHEMIK – DETEKTIV!	23
4. OTISKY PRSTŮ	28
4.1. METODA SNÍMÁNÍ STOP POMOCÍ PRÁŠKŮ.	29
4.1.1. Poznámky pro vyučující:.....	30
4.1.2. Pracovní list.....	31
4.2. METODA SNÍMÁNÍ STOP POMOCÍ VTEŘINOVÉHO LEPIDLA (KYANOAKRYLÁTŮ).	32
4.2.1. Poznámky pro vyučující:.....	33

4.2.2.	Pracovní list.....	34
4.3.	METODA SNÍMÁNÍ STOP POMOCÍ JODU.	35
4.3.1.	Poznámky pro vyučující:.....	36
4.3.2.	Pracovní list.....	37
4.4.	METODA SNÍMÁNÍ STOP POMOCÍ ROZTOKU NINHYDRINU.	38
4.4.1.	Poznámky pro vyučující:.....	39
4.4.2.	Pracovní list.....	40
4.5.	METODA SNÍMÁNÍ STOP POMOCÍ ROZTOKU DUSIČNANU STŘÍBRNÉHO.	41
4.5.1.	Poznámky pro vyučující:.....	42
4.5.2.	Otázky ke cvičení:	42
4.5.3.	Pracovní list.....	43
5.	OBNOVENÍ EMBOSOVANÝCH ZNAKŮ NA KLÍČI.....	45
5.1.	METODA ZVIDITELNĚNÍ VYBROUŠENÝCH EMBOSOVANÝCH STOP.	46
5.1.1.	Poznámky pro vyučující:.....	47
5.1.2.	Otázky ke cvičení:	47
5.1.3.	Pracovní list.....	48
6.	KREVNÍ STOPY	50
6.1.	METODA PROKÁZÁNÍ KREVNÍCH STOP ROZTOKEM LUMINOLU.	50
6.1.1.	Poznámky pro vyučující.....	51
6.1.2.	Otázky ke cvičení	52
6.1.3.	Pracovní list.....	53
7.	ZÁVĚR.....	55
8.	LITERATURA	56
9.	PŘÍLOHY	57
9.1.	JAK NAPSAT PROTOKOL.....	57
9.2.	ŘEŠENÍ KŘÍŽOVEK.....	58

1. Úvod

V současné době patří mezi největší problémy žáků nedostatečná motivace k přírodovědným předmětům. Žáci si ve většině případů nedovedou představit ani žádné praktické využití těchto předmětů. Chemie, která nás všechny provází celým životem, není dle mého názoru dostatečně přitažlivá pro žáky základních škol a nižších ročníků středních škol. Hlavní problém vidím v přístupu k tomuto tématu, kdy během výuky převládá ve většině případů pouze teorie, která není dostatečně doplněna praktickými ukázkami.

Za jeden z nejdůležitějších aspektů považuji motivaci žáků k tomuto předmětu. Domnívám se, že je vhodné žáky motivovat formou praktických ukázek různých chemických metod a postupů.

Tématem mé bakalářské práce je tvorba úloh do cvičení z chemie pro žáky základních škol a nižších ročníků středních škol s tematikou forenzní chemie.

Hlavním cílem mé bakalářské práce je ukázat žákům, že chemie má i praktické využití a že existuje množství chemických oborů, které by pro ně mohly být atraktivní. Je třeba najít nějaký způsob, jak žákům zpříjemnit a přiblížit chemické obory, zapojit do výuky laboratorní cvičení a ukázat fungování chemie v praxi. Chemické děje probíhají všude kolem nás, aniž bychom si jich všimli. Bez chemie respektive chemických procesů by nebylo ani života na Zemi.

Úkolem mé práce je seznámení žáků s oborem forenzní analýzy (kriminalistické chemie), která spadá pod obor analytické chemie. Pomocí své práce chci žákům ukázat, že chemie může být atraktivní vědou pro všechny jak z teoretického tak i praktického hlediska.

V praktické části této práce jsem připravila návody ke cvičení do hodin s námětem forenzní chemie, které jsem předem sama vyzkoušela v laboratoři. Pro ulehčení práce jsem mladším žákům připravila k jednotlivým cvičením pracovní listy a vyučujícím doplňující poznámky.

I. TEORETICKÁ ČÁST

2. Forezní vědy

Forezní vědy jsou nauky, které se zabývají především vyšetřováním a dokazováním trestných činů. Poznatky forezních věd jsou používány jako důkazy u soudu. Forezní vědy umí prokázat identitu osob, pravost listin, bankovek, nebo zbraní. Výjimkou není ani stanovení příčiny a času smrti osoby či zvířete.

Kriminalisté používají u většiny případů kombinaci více forezních věd. Například kombinace kriminalistické biologie s genetikou nemůže nikoho překvapit, stejně tak jako kombinace forezní chemie s pyrotechnikou, metalografií nebo balistikou. Může se stát, že ani tyto obory nebudou stačit kriminalistům k objasnění případu, poté jsou nuceni použít dalších pomocných věd jako je například forezní fotografie, forezní geologie a další.

Forezní vědy se neustále vyvíjejí k prospěchu soudního vyšetřování. Některé metody se v praxi velmi osvědčily, naopak některé méně. Důvodů je několik – náročnost provedení, čas, finance, dostupnost některých materiálů, ale i věrohodnost některých zkoušek či testů.

Dříve používaná antropometrie, založená na přeměrování mnoha tělesných rysů jedince, brzy ztratila význam kvůli své nepřesnosti a náročnosti. Portrait parlé – portrét osoby popsany mluvou, také brzy ztratil na významnosti díky své náročnosti. Brzy byl vystřídán identikitem. Identikit využíval nespočetně mnoho předloh různých obličejových rysů a tvarů nakreslených na fóliích, které se vrstevně skládaly, až vznikl konečný portrét. Tato metoda byla později díky modernizaci techniky upravena a používalo se fotografie. Nyní se používají počítačové databáze. Na základě výpovědi svědků může pak vzniknout zcela přesný portrét pachatele. [1,2]

K forezním vědám řadíme

- **Daktyloskopii** – zabývá se otisky prstů, na základě papilárních linií dovede určit totožnost osoby. Zavádí daktyloskopickou kartotéku, která usnadňuje kriminalistům jejich práci při hledání pachatelů.
- **Trasologii** – zabývá se zkoumáním stop nohou, obuvi, ale i pneumatik.
- **Antropologii** – zabývá se identifikací a zkoumáním koster, lebek chrupu, ale i vlasů a chlupů. Dokáže s přesností určit stáří a původ materiálu.

- **Grafologii** – zabývá se stylem písma. Znalec je schopen rozpoznat pravost podpisu.
- **Kriminalistickou biologii** – zabývá se zkoumáním, vyhledáváním a zajišťováním biologických stop lidského, zvířecího a rostlinného původu.
- **Genetiku** – zabývající se analýzou DNA a na jejím základě identifikovat osobu.
- **Odorologii** – identifikace osob a zvířat na základě pachu.
- **Fonoskopii** – identifikace osob na základě barevnosti hlasu.
- **Balistiku** – tato věda umožňuje identifikaci zbraní.
- **Pyrotechniku** – zkoumá, jaká munice byla použita, a jak došlo k výbuchu.
- **Metalografii** – zkoumá kovy, slitiny a jejich struktury.
- **Forenzní medicínu** – zabývá se určováním času smrti a poškozování osob.
- **Forenzní psychologii** – zaobírá se posuzováním psychických stavů osob.
- **Forenzní chemii** – identifikace všech druhů látek. Forenzní chemie odpovídá na dvě otázky. Kvalitativní analýza (zkoumaný vzorek a jeho složení), kvantitativní analýza (množství látek ve zkoumaném vzorku). Má velký význam u soudních procesů. [2,3]

2.1. Forenzní chemie

Forenzní chemie je podoborem analytické chemie a využívá se především pro soudní vyšetřování. S dalšími obory jako je kriminalistická průmyslová chemie, forenzní chemie životního prostředí nebo toxikologie ji můžeme zařadit k takzvané kriminalistické chemii. Úzce spolupracuje se všemi forenzními vědami. Cílem forenzní chemie je především objasnění důkazů před soudem, k tomu se využívá chemických expertíz.

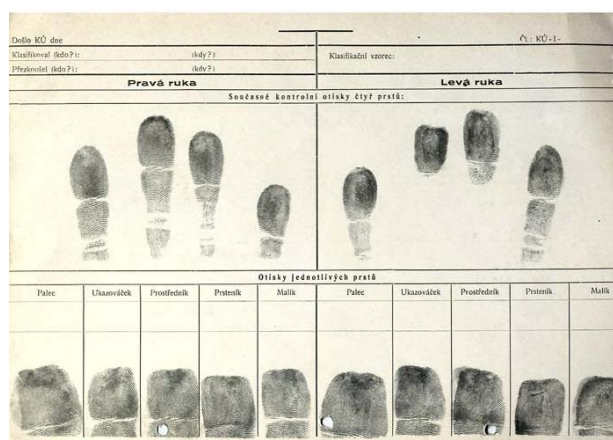
- Určení chemického složení neznámých látek a jejich fyzikálních vlastností.
- Analýza výskytu, dostupnosti a použití materiálů.
- Určování toxikologických vlastností látek.
- Ověřování chemického složení známých látek, a jejich hmotnostního zastoupení v jednotlivých produktech.
- Prověřování veškerých zajištěných předmětů a stop z místa činu.

2.1.1. Práce forenzních vědců

Úkolem forenzního vědce je zpracovat znalecký posudek s odpovědí na všechny zadané otázky a popsat veškeré postupy, které byly při analýzách použity. Práce forenzních analytiků je pro soud velmi důležitá, protože sami soudci nemají dostatek specifických znalostí v těchto oborech. Znalec musí podle zákona uvést veškeré důkazy, které během vyšetřování získal, a to vše v předem stanoveném termínu. Důležité je, aby posudek znalce byl nestranný, znalci také nepřísluší vyjadřování k právnickým zákonitostem. V chemických oborech má Česká republika přibližně 100 znalců, kteří mohou tyto expertízy provádět. [1,2]

2.2. Daktyloskopie

Otisky prstů se začali lidé zaobírat již v 17. století. Jako první Čech zkoumal otisky prstů Jan Evangelista Purkyně začátkem 19. století. V roce 1823 poprvé popsal základní vzory papilárních linií ve své knize. Díky tomuto objevu se stal průkopníkem nové vědy daktyloskopie, která zkoumání papilárních linií využívá k identifikaci osob. Sám Purkyně se zajímal jen o biologii. Významnou osobností ve světě v oboru daktyloskopie byl sir William James Herschel, který začal využívat otisky prstů k identifikaci a zamezil tak podvodům s důchody a obchody. Chtěl též zavést identifikaci vězňů, ale nedostal dostatečnou důvěru. Až v roce 1892 se daktyloskopie stává významnou součástí policejních identifikačních metod. Zasloužil se o to především anglický vědec Francis Galton, jehož klasifikace otisků se používá dodnes. V České republice se otisky prstů ke kriminalistickým účelům používají od roku 1903, až dosud se zhotovují daktyloskopické karty (obr 1). Analýza otisků prstů je klasickým nástrojem k odhalování zločinu, přesto tento postup nechápe nejen veřejnost, ale i účastníci soudního přelíčení.



Obr 1 : Příklad daktyloskopické karty

V dnešní době jsou daktyloskopické karty pořizované v elektronické podobě díky elektronickým skenerům. Již od roku 1994 se v České republice používá systém AFIS 2000, který obsahuje asi 400 000 daktyloskopických karet. Tento systém umožnil rychlejší průběh daktyloskopické expertízy. Otisk se ukáže na kameru, na monitoru systém vyhodnotí zeleně zvýrazněné individuální znaky a směr papilárních linií, a do několika minut vyhodnotí pravděpodobnost shody otisku. Technik pak musí určit shodu na základě svých vědomostí a zkušeností. Otisky jedinců jsou v databázi uschovány až do jejich smrti. [2,4,5]

Otisky prstů se skládají z mnoha hřebenů uspořádaných v hrubých, soustředných kruzích. Některý hřeben končí zcela náhle, jiný se kruhovitě cyklizuje a některý se větví. Úplný počet permutací těchto obrazců je nekonečný, a proto žádné dva otisky prstů nejsou totožné. Různé znaky na jednom otisku prstu spolu s jejich polohou umožňují (kriminalistovi) specialistovi, aby otisk identifikoval. K identifikaci otisku je třeba několik shodných bodů, v každém státě je uzákoněn jiný počet bodů potřebných k identifikaci. Ve většině evropských států se počet bodů k identifikaci pohybuje mezi 17 – 8 body. [1]

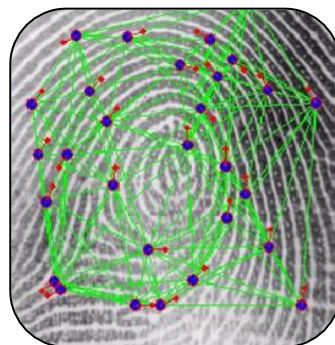
2.2.1. Otisky mohou být zajišťovány

- Fotografování na místě činu.
- In natura – předmět s otiskem se zajistí celý.
- Na daktyloskopickou fólii – snímání pomocí prášků.
- Odlévání – pomocí sádry nebo jiné hmoty, když je otisk v měkkém materiálu.

Existuje mnoho principů na zvýraznění otisku z různých materiálů. Pro každý materiál je vhodný jiný postup. Mezi základní postupy patří používání prášků, jodových par, par dusičnanu stříbrného nebo postřik roztoku ninhydrinu. Vhodnou metodou je i použití par kyanoakrylátů. Tato metoda je ale velmi nákladná, a proto se v praxi běžně nepoužívá. [3]

2.2.2. Jak pracuje odborník přes daktyloskopii?

Daktyloskopické stopy jsou zajišťovány na místě činu. Otisky jsou hledány na všech předmětech za různých podmínek, např. za viditelného světla nebo pod UV světlem. Každý otisk je ihned po zajištění vyfotografován nebo naskenován a uschován pro porovnávání. Otisky jsou



zkoumány přímo na místě nebo posléze v laboratoři. Otisky mohou být viditelné, plastické nebo latentní. Nejprve jsou zkoumány jako celek, poté po částech. Určí-li analytik, že otisky patří jedné osobě, najde shodující se body a zpracuje zprávu, ve které opodstatní své závěry. Nejdříve se provádí identifikace otisku a poté se sepíše shodné znaky, nikdy ne naopak!

Na základě porovnání otisků prstů nalezených na místě činu s otisky prstů z databází daktyloskopických karet v počítači lze usvědčit pachatele z trestného činu. Počítač vybere několik podobných otisků a analytik poté vyhodnotí situaci. [1,4]

2.2.3. Obrazce papilárních linií na člancích prstů jsou dány třemi fyziologickými zákony:

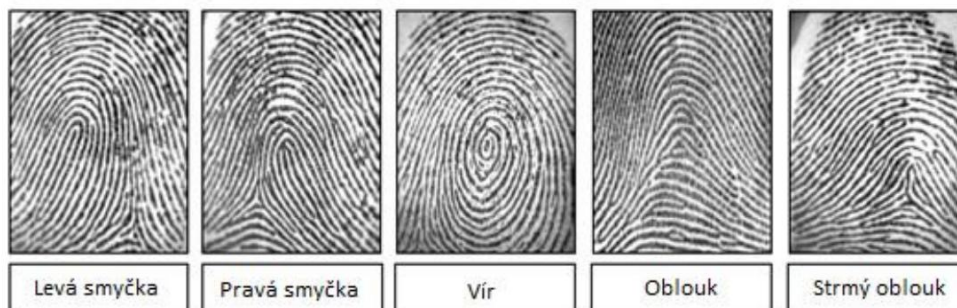
1. Zákon individuálnosti obrazců papilárních linií – neexistují dva totožné otisky prstů ani na jedné ruce téhož jedince.
2. Zákon neměnnosti obrazců papilárních linií – otisk se během života nezmění, tento průběh nelze ovlivnit.
3. Zákon neodstranitelnosti papilárních linií – otisk prstu nelze zničit, pokud není odstraněno zárodečné podloží podkožních buněk. Pilováním, leptáním nebo máčením se otisk nezničí. Po krátké době se opět obnoví původní tvar.

2.2.4. Klasifikace otisků podle papilárních linií

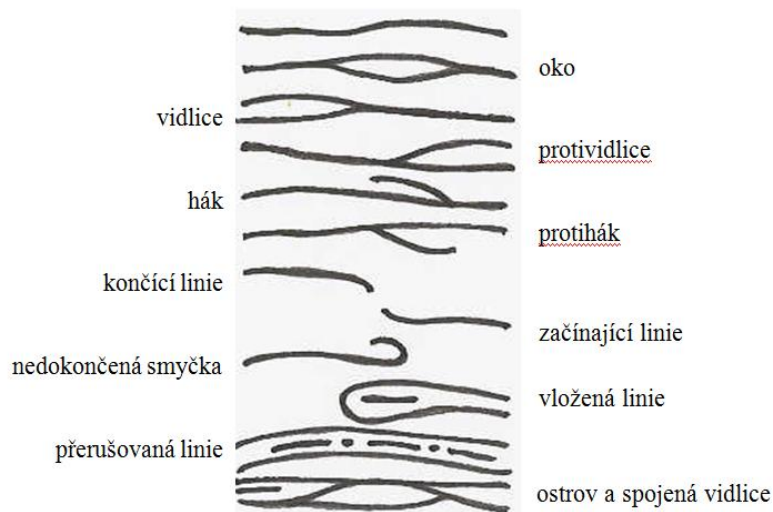
V dnešní době se používá pro kriminalistickou praxi 5 základních obrazců (obr 2).

1. **Levá smyčka** – papilární linie vybíhají z levé strany a tvoří smyčku, na pravé straně zůstává trojúhelník tvořený z delt. Mezi deltou a středem musí být aspoň jedna linie.
2. **Pravá smyčka** – papilární linie vybíhají z pravé strany a tvoří smyčku, na levé straně zůstává trojúhelník tvořený z delt. Mezi deltou a středem musí být aspoň jedna linie.
3. **Oblouk** – papilární linie jsou tvořeny pouze jednoduchými oblouky.
4. **Strmí oblouk** – papilární linie probíhají od kraje ke kraji prudkým stoupáním.
5. **Vír** – papilární linie tvoří kruhové, elipsovité nebo spirálovité obrazce obsahující nejméně dvě delty. Není zde žádná samostatná linie.

Obrazce papilárních linií můžeme nazývat také markanty (obr 3), daktyloskopickými zvláštnostmi nebo individuálními znaky. Dále pak můžeme v otiscích najít individuální znaky, jako jsou vidlice, oko, háček, překřížení a další.



Obr 2: Pět základních obrazců ke klasifikaci otisků prstů



Obr 3: Základní obrazce markant vyskytující se v otisku prstu. [3]

2.2.5. K čemu je dobrý otisk prstu?

Otisky prstů nejsou používány jen k usvědčování pachatelů, ale také jako přístupová hesla do různých systémů. Existují elektronické čtečky otisků, které ihned přenesou otisk prstu do systému, který na základě dotyku vyhodnotí totožnost osoby (obr 4). Elektronické čtečky se používají například u zámků do střežených místností, kam mají přístup jen vybraní lidé. Tyto



čtečky nelze obejít umělým prstem s otiskem, protože rozeznají i biologické faktory. Takovéto evidence používají především firmy.

Existuje několik druhů snímačů otisku. Můžeme uvést elektroluminiscenční, radiofrekvenční, **optoelektronické snímače** – osvítlí prst paprskem a zpětně snímají odraz papilárních linií. Fungují na stejném principu jako čtečky CD disků. **Kapacitní snímače** - na ploše snímače je umístěno mnoho elektrod. Při dolehnutí prstu na plochu elektrody zaznamenají vzduchové díry na místech mezi papilárními liniemi. **Teplotní snímače** - poznají i protetický prst. Když se osoba dotkne snímače, dojde k odkrvení prstu a snímač pozná tlak i teplotu prstu, nelze ho oklamat. Nejnovější snímače umí zaznamenat i podkoží a jedinečnou strukturu vlasečnic. Jsou schopni vyhotovit 3D obraz otisku. [1,4,5]



Obr 4: Elektronické čtečky otisků prstů [6,7]

2.3. Metalografie

Metalografie se zabývá zkoumáním kovů a jejich slitin. Zabývá se především vnitřní strukturou kovových materiálů jejich vad a obnovováním odstraněných a pozměněných čísel a značek v kovových materiálech. Kriminalistická metalografie svými postupy podává jasné vysvětlení chování kovu ve slitinách. Hlavním cílem technika je určit fyzikální a chemické vlastnosti, které jsou dány specifickým projevem atomů na povrchu struktury, záleží především na systému uspořádání elektronů ve struktuře kovu (krystalová mřížka).

2.3.1. Předmět kriminalistické metalografie

- Zkoumání druhů a vlastností známých i neznámých kovových materiálů
- Zkoumání místa a příčiny poruch kovových materiálů
- Zajišťování neznámých kovových úlomků, určení jejich původu
- Oddělování části materiálu od celku (mechanicky i chemicky)
- Obnovování nečitelných symbolů, které byly do kovu mechanicky vpraveny (evidenční čísla zbraní, motorů), odstraněny nebo poškozeny
- Zjišťování změn elektrických či tepelných vodičů, jejich struktura byla narušena při požáru či jiným zásahem.

Znaky, které jsou vytvořeny rytím nebo frézováním se dokazují velmi těžko. Ještě složitější je však dokázat znak, který byl vytvořen pomocí elektrojiskry, nebo laserovou technikou. Strukturu kovu sledujeme pod mikroskopem a určíme, jestli se jedná o železný nebo neželezný materiál. [2]

2.3.2. Metalografické metody

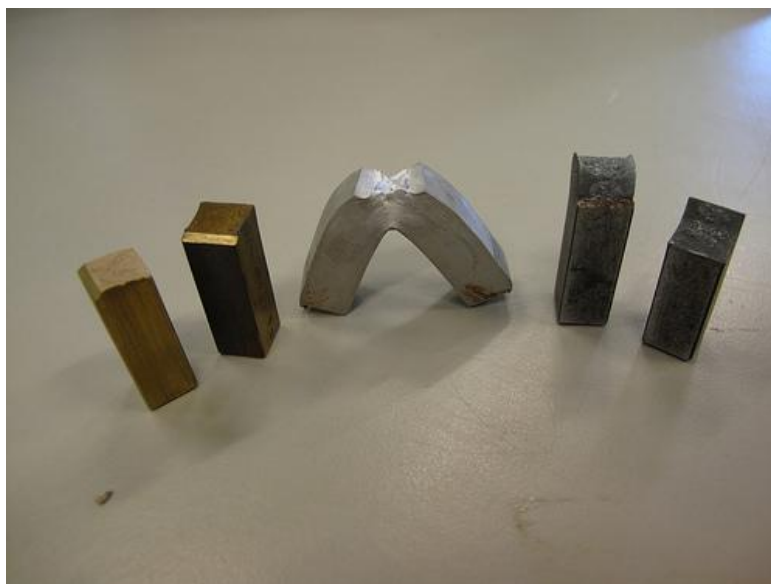
- **Metoda železných materiálů** – hlavní zkoumanou složkou je železo, uhlík nebo jiný slitinový prvek. Metoda je vhodná pro zkoumání jakostí materiálu, vlivu koroze i příčin porušení materiálu. Řadíme sem také zkoumání mechanicky odstraněných znaků a symbolů, které byly na povrchu kovu.
- **Metoda neželezných materiálů** – se používá ke zkoumání vodičů poškozených elektrickým zkratem.

2.3.3. Metody zkoumání vad kovových materiálů

- **Chemické** – struktura materiálu
- **Fyzikální** – určení bodu tání a teploty, při které může dojít ke změně vlastností kovů
- **Mechanické** – odolnost materiálu a jeho únava
- **Metalografické** – vliv vnitřní struktury kovu na jeho vlastnosti, jedná se především o slitiny kovu
- **Defektologické** – průběh a lokalizace vnitřních vad materiálu.

2.3.4. Účinek na materiál může být:

- **Nedestruktivní** (vizuální, ultrazvuková kontrola, magnetická defektoskopie). Vizualní kontrola zkoumá, jakým způsobem, jak daleko a pod jakým úhlem byly znaky na kovu vytvořeny.
- **Destruktivní** (chemické, elektrochemické nebo termické úpravy). Chemická metoda na zviditelňování znaků je založena na rozdílné chemické reakci kovu a leptacího roztoku. Jinak reaguje kov s rovnoměrnou a nedoformovanou strukturou než kov se strukturou plasticky zdeformovanou nebo zhuštěnou z důvodu ražby. Rychlost reakce záleží na hustotě materiálu. Na povrchu, kde byl kov narušen, se vytvoří vrstva kovu, který obnoví původní znak. [2]



Obr 5: Vady na kovových materiálech [8]

2.3.5. Ražba kovů

Ražba patří k nejpoužívanější metodě k označování kovů strojovým způsobem, hlavně proto, že je tato metoda nenáročná a také levná. I přesto je zaručena známka vysoké kvality a používá se i k sériové výrobě. Pro volbu konkrétní technologie je důležitým parametrem typ a tvar materiálu. Existuje několik druhů razících strojů mechanické úderové stroje, pneumatické úderové stroje (obr 6), kombinované a další. Tyto stroje můžeme také použít k nýtování nebo děrování. Ražba znaků je důležitá zejména pro evidování výroby zbraní, klíčů ale i jiných přístrojů.

Všechny stroje těchto typů splňují základní kritéria – materiál nesmí být deformován, stroj musí být maximálně citlivý a přesný, je možno přesně nastavit sílu úderu od minima k maximu, existuje široká škála příslušenství (razníky, držáky), vysoká rychlost značení a další. [9]



Obr 6: Mechanický a pneumatický úderový stroj

2.3.6. Kriminální zaměření na metalografii

Kriminální, kterým přísluší práce s kovy, u většiny případů zajišťují k analýze celý předmět. Jen v případech, že je předmět příliš velký, pracují přímo na místě. Ne vždy je jejich úkolem určit strukturu a složení látky. Někdy je potřeba pouze rozhodnout, jak a proč bylo s předmětem zacházeno. Dojde-li však k problému s použitím některých kovových přístrojů či nástrojů, musí si forenzní technik položit několik důležitých otázek. [2,3]

- Byla použita správná technologie výroby?
- Jaké je chemické složení kovu, a byl tento kov vhodný pro výrobu?
- Odpovídá jakost materiálu normám?
- Byl materiál kontrolován a správně používán?



2.4. Kriminální biologie – krevní stopy

Krev je červená neprůhledná kapalina, nepostradatelná pro lidský život. Díky této tělní tekutině mohou být po těle rozváděny živiny i kyslík a naopak odváděny látky, které tělu škodí. Krev vzniká a dozrává v kostní dřeni, má vliv na tvorbu tkáňového moku a na tvorbu krevní mízy. Tvoří jí krevní plazma a krevní tělíska – červené krvinky, bílé krvinky a krevní destičky. Lidské tělo obsahuje asi 8 % krve z tělesné hmotnosti. Muži mají v těle asi 5 až 6 litrů krve a ženy asi o 1 litr méně. Lidské tělo se bez problému vyrovná se ztrátou

0,5 litru krve. Pro krev člověka jsou nejvýznamnější systémy krevních skupin a Rh faktor. U lidské populace jsou známy krevní skupiny systému AB0, tedy 4 skupiny A, B, AB a 0. Rh faktor může být pozitivní (+) nebo negativní (-). [10,11]

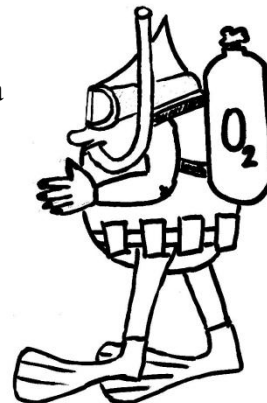
2.4.1. Funkce krve:

a) specifické:

- udržování osmotického tlaku, pH, teploty i koncentrace životně důležitých látek v organismu
- schopnost srážení – přirozený obranný mechanismus těla
- obranná funkce

b) transportní:

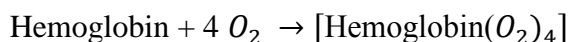
- přenášení dýchacích plynů
- rozvod živin a odvádění zplodin
- účast na řízení (přenos hormonů, vitamínů)
- rozvod tepla po těle (vyrovnává teplotní rozdíly mezi orgány)



2.4.2. Přenos dýchacích plynů:

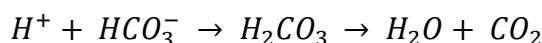
Při nádechu do těla člověka přichází směs plynů s kyslíkem, naopak při výdechu odchází z těla oxid uhličitý a vodní páry. Dýchání dělíme na **vnitřní** a **zevní**. Při vnitřním dýchání dochází k výměně kyslíku a oxidu uhličitého mezi krví a tkáněmi, naopak při zevním dýchání dochází k výměně plynů mezi plicemi a krví.

Přenos kyslíku umožňuje červené krevní barvivo hemoglobin (obr 7). Když dochází ke zvýšení tlaku kyslíku, naváže se na hemoglobin a vzniká dioxygenhemoglobin. Na jednu molekulu hemoglobinu se mohou navázat 4 molekuly kyslíku.



Přenos oxidu uhličitého je složitější, může se vázat třemi způsoby. Asi 5 % oxidu uhličitého je rozpuštěno v krevní plazmě, asi 10 % se slučuje s plazmatickými bílkovinami a zbylých 85 % je v krevní plazmě ve formě HCO_3^- .

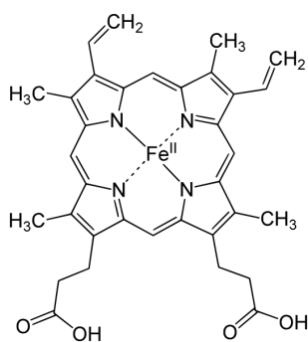
Dýchací plyny se při vazbě na krev vzájemně ovlivňují. Celková rovnice výměny plynů v krvi.



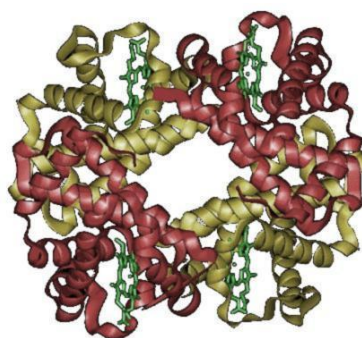
2.4.3. Složení krve

Je základní tělní tekutinou jako voda, která tvoří asi 53% tělesné hmotnosti. Voda obsahuje organické i anorganické látky. Nejvíce vody je v buňkách a zbytek je mimobuněčná tekutina (krev, míza a tkáňový mok).

- **Krevní plazma** je tvořena vodou, organickými látkami (bílkoviny, glukóza) a anorganickými látkami.
- **Krevní tělíska** jsou červené krvinky, bílé krvinky a krevní destičky.
- **Červené krvinky**, erytrocyty, v sobě mají červené barvivo hemoglobin, který je schopen vázat kyslík. Při uvolňování hemoglobinu vzniká bilirubin, žlučové barvivo.
- **Bílé krvinky**, leukocyty, jsou nositelky protisrážlivé látky heparinu a mají receptory pro vazbu antigenů.
- **Krevní destičky**, trombocyty, způsobují srážení krve, jsou potřeba při zástavě krvácení.



hem b



Obr 7: Struktura hemoglobinu

2.4.4. Krevní skupiny a Rh faktor

U lidské populace jsou známy krevní skupiny systému AB0, tedy 4 skupiny A, B, AB a 0. Obecně jich ale existuje více. Krevní skupinu jedince ovlivňují genetické vlastnosti červených krvinek rodičů. Krevní skupinu lze určit díky přítomnosti antigenů na membránách červených krvinek. V krvi jsou jen protilátky, které nejsou proti antigenům na krvinkách. Jinak by došlo k rozpadu červených krvinek. Nejčastější krevní skupinou je A a 0. Člověk s krevní skupinou A obsahuje antigen A a má protilátky proti skupině B.

Rh faktor může být pozitivní (+) nebo negativní (-). Proti Rh faktoru neumí lidské tělo vyrobit protilátky, proto je musíme vytvářet uměle. Většina lidské populace má však Rh faktor pozitivní.

Význam krevních skupin je důležitý hlavně v oboru medicíny (transfúze, transplantace). Vyšetření krevní skupiny se dá využít také při určování otcovství nebo v kriminalistice. [10,11]

2.4.5. Vyšetřování krevních stop

Vyšetřování krevních stop zařazujeme k vyšetřování skvrn biologického původu. Biologické skvrny jsou buďto viditelné (pouhým okem) nebo latentní (odhalitelné chemickou metodou, ultrafialovým zářením). Máme-li při vyšetřování podezření na krevní stopu, musíme provést několik zkoušek, abychom si mohli odpovědět na následující otázky.

- Jde opravdu o krev, nebo je to jiná tekutina, která krev připomíná?
- Je krev lidská, nebo zvířecí?
- Jaká je skupina krve, a jaký má faktor?
- Kolik máme k dispozici krve pro analýzu?
- Jak je krev stará a jaký má původ?

Pro důkaz krve můžeme provést několik orientačních, nespecifických, ale i specifických zkoušek. Je-li to možné a máme dostatek vzorku, provedeme ihned zkoušku specifickou. Mezi **specifické zkoušky** patří Bertrandova zkouška, hemochromogenová zkouška podle Takayamy a spektrofotometrické vyšetření. **Nespecifické zkoušky** jsou luminolová, Schönbeinova a benzidinová (Adlerova), která se používá nejčastěji. Mezi **orientační zkoušky** můžeme zařadit například prohlídku pod UV světlem nebo testovací proužky hemophan (podobné pH papírkům, citlivé na hemoglobin).

- **Bertrandova zkouška** – lze provést s minimálním vzorkem krve. Pod mikroskopem se pozorují červenohnědé krystalky kosodélníkového tvaru, které se vytvořily při reakci hemoglobinu s chloridem hořečnatým a kyselinou octovou.
- **Hemochromogenová zkouška podle Takayamy** – je vhodná i pro důkaz starých krevních stop, neovlivní ji ani hniloba či přítomnost kyseliny nebo louhu.
- **Spektrofotometrické vyšetření** – se provádí zřídka, protože je k němu potřeba více vzorku.

- **Luminolová zkouška** – je vhodná pro většinu materiálů. Používá se při šetření v laboratoři ale i v přírodě. Zaschlá krev dává výraznější reakci nežli krev čerstvá. Vyšetřované místo se po nástřiku roztoku s luminolem prohlíží za úplné tmy (obr 8). Tato zkouška je často doplňována Uhlenhutovou zkouškou. V dnešní době kriminalisté na místě činu ani v laboratoři nepřipravují složité roztok luminolu, ale používají předem připravených tablet, které se jen rozpustí ve vhodném roztoku.
- **Uhlenhutova zkouška** – dokáže prokázat krevní příslušnost a je založena na tvorbě sérových protilátek organismu.
- **Antiglobulinový test** – tato zkouška je rychlá a specifická, dokáže prokázat lidskou krev na oděvu i po několika praních. Dokáže rozeznat lidskou krev od zvířecí. [12]



Obr 8: Otisky zvýrazněné luminolem (denní světlo x tma)

PRAKTICKÁ ČÁST

3. Já chemik – detektiv!

A je to tady. Poslední den prázdnin. Do školy se vždy po prázdninách těším, ale letos je to jiné. Jdu na novou školu a mám strach, že si nenajdu žádné nové kamarády. Bojím se, ale zároveň se těším na něco nového. Všichni moji starší kamarádi říkají, jak je to ve škole těžké, hlavně předměty jako chemie nebo matematik. Matematika mě vždycky bavila, a proto se jí nebojím, ale co ta chemie. Můj starší brácha s ní má velké problémy, pořád se jen něco učí nazpaměť a stejně má špatný známky. Přitom je tak chytrý. Ale co, nějak to snad zvládnou. Jdu spát a těším se na nový začátek.

Ráno jsem vstal a vydal se cestou vstříc novým zítřkům. Přišel jsem do třídy a nastal první problém. Jediné volné místo bylo v první lavici, přímo před stolem učitele. Proč jen jsem si nepřivstal, a nešel dřív, jenže kdo mohl tušit, že to takhle dopadne. Teď budu u všech šprt v první lavici. No nic, někde si sednout přeci musím. Rozhlížím se po nových spolužácích a v tom do třídy vstoupí krásná slečna. Kdo to asi je, a kam si sedne, vždyť není už nikde místo. Najednou zazvoní a do třídy vchází pan učitel. Slečna se rozhlíží, kam by se mohla posadit. Učitel ji pohotově posadí ke mně. Začneme, řek: „já se jmenuji Pavouček a budu vás učit chemii a matematiku, a teď vy.“ Začali jsme se představovat, a jak tak koukám, mám kolem sebe pěkný babinec. Učitel nám podal potřebné informace o nové škole a ukončil výuku. Dnes končíme a teď hurá domů. Domů jsem šel se svojí spolužačkou Klárou, která se mnou sedí v lavici, protože jsem zjistil, že bydlí jen o dva bloky dál než já. Po cestě jsme si povídali o prázdninách a o prvních dojmech z nové školy. Vypadalo to, že to bude rozumná holka a žádná fiflena. Nakonec ten první den nebyl vůbec špatný. Ale zítra máme hned první hodinu chemii.

Jsem plný očekávání, moje první hodina chemie, jaká asi bude. Učitel Pavouček se nás ptal, jestli víme co je to chemie a čím se zabývá. Jelikož to byla naše první hodina, moc se toho od nás nedozvěděl. Jen Klára věděla, o čem je řeč. Pohotově odpovídala na jeho dotazy. „Chemie má více oborů“: řekla. Zním organickou chemii, analytickou nebo také anorganickou. To je zvláštní, jak to všechno může vědět. Všichni jsme se na ni upřeně dívali, a nevyházeli z úžasu. Uběhlo několik hodin chemie, a nikdo z nás nebyl přesvědčen o tom, že by pro nás měl tento předmět nějaký význam. Jediná Klára se na hodiny chemie těšila. Nechápu proč, byla to taková nuda, pořád se jen něco učil nazpaměť, přesně tak jak říkal brácha.

Jednou v pátek, při hodině chemie, se to stalo. Velký zvrat v mém životě. Moc rád na to vzpomínám. Seděli jsme v učebně, jako každý pátek, když se najednou ozvala velká rána. Všichni jsme se lekli! Co to asi bylo? Učitel nás uklidnil a vyběhl na chodbu, aby zjistil, co se stalo. Nikde nic neviděl, ale zdálo se mu, že ta rána se ozvala ze skladu chemikálií. Proto se rozhodl, že se tam podívá. Když odemkl dveře do skladu tak zjistil, že je otevřená skříňka s nebezpečnými chemikáliemi, která je vždy zamčená a rozbité okno. Klíč má jen on a jeho kolegové, nikdy se nestalo, že by ji někdo zapomněl zamknout.

Vrátil se do třídy, a řekl nám, že ta rána co jsme slyšeli, byla ze skladu chemikálií. Někdo mohl ukrást nějakou nebezpečnou chemikálii ze skříňky, která bývá vždy zamčená. Tu ránu co jsme slyšeli, mohlo způsobit rozbití okna nebo láhve s chemikálií. Navrhl nám, zahrát si na malou detektivní kancelář, abychom zjistili, co se stalo. Na tento okamžik jsme čekali. Konečně by mohla být chemie zajímavá. Učitel nám vysvětlil, že chemie se používá i v běžné praxi. Například forenzní chemie je používána v kriminalistice k usvědčení pachatele. Ukážeme si tak v praxi, čím se zabývá forenzní chemie. Řekl nám učitel. Všichni jsme jásavě souhlasili! Učitel Pavouček podrobně vysvětlil, co je nutné udělat, abychom mohli případnou krádež či vloupání dokázat. Dávejte pozor! Pronesl: „Na každém místě činu vždy pachatel zanechá nějaké stopy, pokusíme se je zajistit. Musíme se však v místnosti pohybovat opatrně, abychom nepoškodili možné důkazy. Budeme se soustředit na otisky prstů na skle, porcelánu či papírech. Dále bychom si měli všimnout, jestli někde nebude rozbité sklo, poházené věci nebo třeba i krev. Všechnu práci budeme provádět v rukavicích, proto abychom nepoškodily důkazy a sami se ochránili před případným nebezpečím. Kdo najde nějaký důkaz, opatrně ho umístí do malého sáčku tak, aby se nepoškodil, a později v laboratoři vše důkladně společně prozkoumáme. Kdyby někdo našel krev, tak mi to neprodleně ohlásí a já ji zajistím sám. Všichni rozuměli?“ ANO A v tu chvíli jsem věděl, že se chci stát detektivem. To je ta práce, která by mě bavila.



Všichni jsme si navlékli rukavice a vydali se pátrat na místo činu. Nejprve jsme vše řádně nafotily, abychom měli dokumentaci z místa činu. Pozorně jsme se rozhlíželi a představovali si ve své fantazii co se asi tak mohlo stát. Hlavně já, rád se koukám na detektivní seriály, které běží v televizi, ale rodičům se to moc nelíbí. Živě jsem si představoval, že jsem pravým kriminalistou a snažím se objasnit případ. Jednou budu tím nejlepším detektivem, dopadnu všechny zločince a vrahy. Budu známý ve světě jako největší odborník. Všichni se soustředili na okolí okna, protože předpokládali, že pachatel přišel i odešel oknem, a na okolí skříňky s chemikáliemi. Každou chvíli se někdo z ničeho nic ohnul a sebral nějaký předmět, který mu přišel zajímavý a myslel si, že na něm bude nějaká stopa. Každý z nás si mohl vyzkoušet, co takový pracovník na místě činu dělá. Byl jsem ve svém živlu, najednou ta nudná hodina chemie byla ta nejlepší hodinou ze všech. Klára si všimla, že na rozbitém oknu je kus látky. Pomyslela si, asi si roztrhl košili, když utíkal, co kdyby na tom kusu látky byla nějaká stopa, proto se rozhodla látku zajistit jako předmět doličný. Podívala se z okna a viděla, že tam leží kapesník, proto se dovolila učitele a došla pro něj ven. Mě zase upoutala otevřená skříňka, o které mluvil pan učitel. Zarazilo mě však, že je ve dvířkách klíč. Učitel přeci říkal, že skříňka bývá vždy zamčená, protože všechno v ní je moc nebezpečné. Pane učiteli: „ve skříňce je klíč, zajistím ho jako stopu“ řekl jsem. Pan Pavouček si říkal, jaké to má šikovné studenty, čeho všeho si nevšimnou. Zaradoval se a říkal si: „ To nebude těžké najít pachatele, když po sobě zanechal takových stop a já mám k tomu takové výborné pomocníky. Každý z nás má přeci svůj klíč, to se pozná, kdo ho tam zapomněl nebo komu se ztratil.“ Zkontroloval, co ve skříňce chybí, udělal si soupis a skříňku zamknul. Skoro všichni už jsme měli předmět s pomyslným důkazem v ruce a jen se potulovali po místnosti. Netrpělivě jsem očekával přesun do laboratoře. Ještě nikdy jsem tam nebyl, těším se a jsem plný očekávání. Pan učitel rozhodl, že se všichni přesuneme do laboratoře, kde se pokusíme z důkazů zjistit potřebné informace k dopadení pachatele.

Všichni jsme se přesunuli do laboratoře plní očekávání. Nikdo z nás si nedovedl představit, co se asi bude dít. Všechny shromážděné důkazy jsme dali dohromady a zamysleli se co dál, jak řekl pan učitel. Má někdo nějaký nápad? Marek, který se rád dívá na detektivky v televizi, řekl: „ viděl jsem v televizi, jak se na sklo sype nějaký prášek a pak je vidět otisk prstu.“ Klára a Bára chtěly, abychom si nejdříve prohlédly všechny fotografie, které udělal pan učitel na místě činu. Aby si každý z nás mohl představit, co se asi tak mohlo stát. Pan učitel měl radost. Viděl, jak jsme nadšeni a potěšil ho náš náhlý zájem o chemii. Dobrý nápad, nejdříve si prohlédneme fotografie a poté se podíváme na otisky prstů. Každý člověk

má odlišný otisk prstu, a podle toho jsme schopni určit, kdo na daný předmět sáhl, tedy byl na místě činu. Proto bylo nutné pracovat v rukavicích, jinak bychom na předmětech zanechali naše otisky, vysvětloval nám učitel Pavouček. „Nyní se pokusíme zjistit všechny otisky prstů, ze všech předmětů, které jsme zajistili na místě činu. Otisky můžeme zajistit různými metodami. Pro každý materiál budeme provádět jinou metodu. Nejjednodušší metoda je pomocí izolepy, ale z papíru by to nešlo. Ovšem pro sklo je tato metoda v hodná. Pan učitel nám ukázal, jak máme postupovat a my potom prověřily ostatní vzorky. Na sklo jsme pomocí štětečku nanесли práškový grafit a izolepou pak otisk přenesli na papír. Podařilo se nám získat několik dobrých otisků. A co s tím papírem, říkal jsem si. Pan Pavouček zvedl další důkaz a řekl: „máme tu zdánlivě čistý papír, ale i na tom mohou být nějaké otisky. Vyzkoušíme některou z metod vhodnou pro důkaz stop na papíře. Nejjednodušší bude použití pár z jodu. To je rychlé, ale nevýhodou je, že se otisky po chvíli ztratí. Můžeme tedy vyzkoušet roztok dusičnanu stříbrného nebo ninhydrinu. K tomu sice budeme potřebovat UV lampu, ale otisky už nezmizí.“ Další překvapení na tom čistém papíru se z ničeho nic začaly objevovat otisky prstů, to je neuvěřitelné, co věda dokáže, pomyslel jsem si.

„Jaké další předměty máme k analýze“: zeptal se učitel. Klára pohotově vytáhla kus látky, který našla na okně, a podala ho učiteli. Ten se zamyslel a řekl: „ je možné, že se pachatel zranil a na látce bude krev.“ Všichni jsme se divili, protože žádná krev nebyla vidět. Učitel Pavouček začal vysvětlovat, že krev je možné dokázat i když ji nevidíme. A naopak někdy skvrnu vidíme a nevíme, jestli je to opravdu krev. Proto jsme připravili pro analýzu i kapesník, který ležel pod oknem, a byla na něm červená skvrna. Učitel připravil roztok pro analýzu, připravil vzorky látky a zatemnil okna. Všichni jsme zpozorněli a upřeně hleděli na kusy látky, když najednou bylo vidět modré světélkování jedné z nich. Další zázrak? Ne, opět věda prokázala, co dokáže. V tu chvíli nás chemie moc bavila. Učitel nám vysvětlil, že látka světélkuje, protože došlo k reakci krve s roztokem luminolu. Naopak skvrny na kapesníku mohly být třeba od barvy nebo vína, ale krev to určitě nebyla.

Jako poslední důkaz k analýze byl klíč ze skříňky, který jsem zajistil já. Pan Pavouček si myslel, jak to bude jednoznačný důkaz, ale to se mýlil. Protože pachatel byl tak šikovný, a klíč vybrousil, aby se nedal identifikovat. Proto jsme museli identifikační číslo klíče obnovit pomocí leptacího roztoku. Když došlo k obnovení čísla, opět byl v šoku. Klíč tohoto čísla nebyl vůbec v evidenci. Byl bezradný, nevěděl co dál.

Napadlo mě, že bychom mohli sejmout otisky prstů všem studentům v naší škole, a potom je porovnat s otisky, které jsme získali při analýze. „To je dobrý nápad“: řekl učitel.

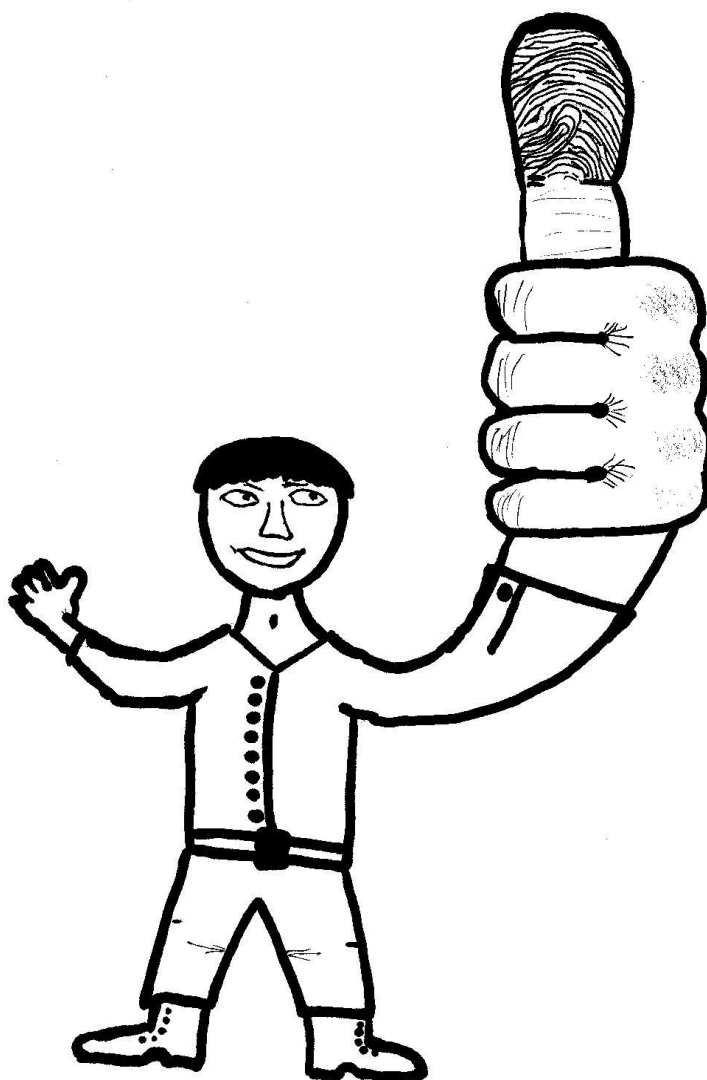
Ale bude to náročné. My byli ale hrozně nadšení, a proto jsme hned začali se zajišťováním otisků nejstarších studentů. Rozdělili jsme se na skupiny a každá vyrazila do jiné třídy, abychom proces urychlily. Potom jsme srovnávali v laboratoři otisky, a co se nestalo, došlo ke shodě dokonce několika otisků. Povedlo se nám usvědčit pachatele. Byl to student oktávy. Nakonec se přiznal, že se vloupal do skladu chemikálií. Vyprávěl nám, jak ho baví chemie a jak si doma zařídil vlastní laboratoř. Zrovna teď připravoval výbušninu, aby mohl vyhodit školu do povětří a chyběly mu chemikálie, které byly nadosah jen u nás ve škole. Ale proč to chtěl udělat, vždyť chemie přeci baví. To jsme se nikdy nedozvěděli.

Všichni jsme měli velkou radost, že jsme usvědčili pachatele a já vízi svého budoucího povolání. Chemie je teď můj nejoblíbenější předmět. Nadšení celé naší třídy pro chemii je nepřehlédnutelné. Poznali jsme, že chemie může být zábavná, a těšíme se na každou další hodinu. A náš pan učitel Pavouček? Ten je tím nejlepším a nejoblíbenějším na celé škole. A je rád, že může vychovávat další nadějně chemiky. Věřím proto, že i tobě přiroste chemie k srdci, tak jako mě.



4. OTISKY PRSTŮ

Jak už jsme slyšeli v příběhu, k dopadení pachatele nám mohou pomoci otisky prstů, které jsme našli na místě činu. Je známo několik metod pro zajišťování stop z různých materiálů. Každý z vás již několikrát viděl otisk prstu. Denně se s otisky běžně setkáváme například na skleničce, lžičce nebo kelímku od jogurtu. Zde jsou otisky trochu vidět, ale co takový papír. Když sáhnete na lesklý papír, jako se používá na fotografii, tak si otisku zajisté všimnete. Ale co takové noviny? Můžete si to vyzkoušet, myslím si, že žádný otisk nevidíte. Já vám ale dokážu, že i na papíře vaše otisky zůstávají. Metody, které si postupně vyzkoušíme, se používají i v praxi například při zajišťování skutečných stop na místě činu. Nyní si můžeme vyzkoušet práci, kterou dělají skuteční kriminalisté a také hrdina z našeho příběhu. [13]



4.1. Metoda snímání stop pomocí prášků.

Metoda je vhodná pro snímání stop ze skleněných předmětů, či předmětů s hladkým a lesklým povrchem jako je například kelímek od jogurtu, glazurovaná keramika nebo dýhová skříň. Po poprášení otisku se objeví papilární linie otisku v barvě daného prášku. To je možné jen díky tomu, že každý prst se potí, a proto zanechává otisk s příměsí tuku, vody a jiných sloučenin. My si předvedeme zajištění otisku ze skla (obr 9).



Obr 9: Otisky zvýrazněné pomocí práškového grafitu a železného prachu

Nejdříve si připravíme:

Chemikálie: grafit (nastrouhaná tuha), železný prach, oxid železitý (Fe_2O_3), hliník.

Pomůcky: 4 štětce, lepicí páska (izolepa), nůžky, bílé papíry, lžička.

Sklo: 4 Petriho misky (hodinové sklička), skleněné nádoby (na otisky).

Postup: Nejdříve si do Petriho misek připravíme čtyři druhy prášků. Na každý prášek budeme používat jeden štětec, aby nedošlo k nechtěnému promíchání. Poté si připravíme nůžky, izolepu, papíry a skleněné nádoby, které odmastíme, aby otisky byly lépe vidět. Vše máme připraveno a můžeme začít. Na skleněné nádobě zanecháme stopu. Stopu a její nejbližší okolí jemně poprášíme tuhou. Nyní vidíme, jak se na skle díky prášku zvýraznili papilární linie otisku prstu. Okolí otisku opatrně očistíme štětcem a přebytečný prášek odfoukneme. Otisk poté pomocí izolepy přeneseme na čistý papír. Tento postup opakujeme se všemi druhy prášků.

Vyhodnocení cvičení: Žák vypracuje protokol (pracovní list) se záznamy o průběhu laboratorního cvičení. Zaznamená si své postřehy a uvede, který postup mu přišel nejjednodušší, nejtěžší, ale také nejzajímavější. Zaznamená též, jakou metodou je otisk dokázán nejlépe a nejpresněji. Popřípadě navrhne i jiný způsob k odhalení otisku prstů.

4.1.1 Poznámky pro vyučující:

- 1) Upozorníme žáky, že je třeba pracovat precizně, aby si otisk, který zajišťují ze skleněného nádobí, nepoškodili.
- 2) Kdyby měl někdo problém se suchou pokožkou, tedy nemohl zanechat otisk na skle, můžeme mu pomoci mastným krémem na ruce.
- 3) Upozorníme také na to: že méně může znamenat více. Méně prášku naneseného na otisk zviditelní otisk lépe, než když otisk bude zasypán pod hromádkou některého z prášku. Je třeba pracovat v klidu a pomalu.
- 4) Je možné v úvodu či závěru cvičení vyhotovit se žáky daktyloskopické karty.



4.1.2. Pracovní list

OTISKY PRSTŮ

Úkol: SNÍMÁNÍ STOP POMOCÍ PRÁŠKŮ	
Jméno:	Třída:
Příjmení:	Datum:

Chemikálie: grafit, železný prach, oxid železitý, hliník.

Pomůcky: 4 štětce, lepicí páska (izolepa), nůžky, bílé papíry, lžička.

Sklo: 4 Petriho misky (hodinové sklíčka), skleněné nádobí (na otisky).

Postup:

1. Do Petriho misek připravíme čtyři druhy prášků a štětce.
2. Připravíme sklo pro nanášení otisků.
3. Na sklo nanese otisk prstu.
4. Otisk poprášíme práškem, jemně očistíme a nadbytek prášku odfoukneme pryč.
5. Otisk ze skla přeneseme pomocí izolepy na papír.
6. Postup opakujeme se všemi druhy prášků.

	grafit	železný prach	oxid železitý	hliník
otisk				

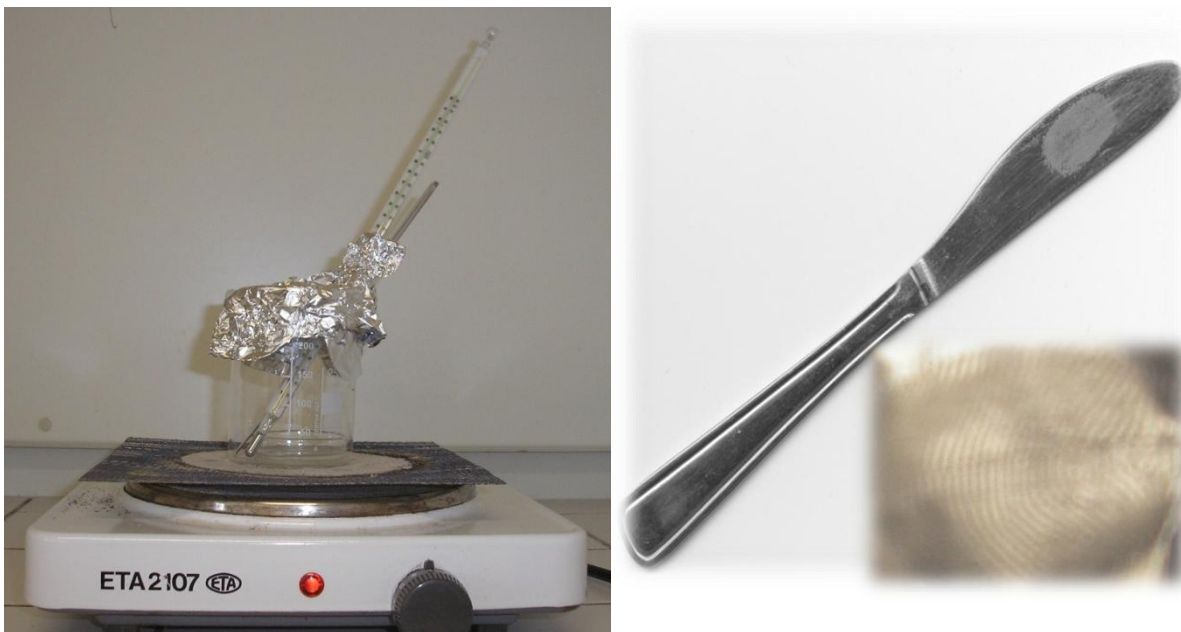
Závěr:

V laboratorním cvičení

.....

4.2. Metoda snímání stop pomocí vteřinového lepidla (kyanoakrylátů).

Metoda je vhodná pro snímání stop z kovů nebo skleněných předmětů. Při této metodě využíváme výborných vlastností kyanoakrylátů, které jsou obsaženy ve vteřinových lepidlech. Pozorovat můžeme našedlé zvýraznění papilárních linií otisku (obr 10).



Obr 10: Odhalování stop pomocí kyanoakrylátů, otisk na noži a alobalu

Nejdříve si připravíme:

Chemikálie: vteřinové lepidlo, ethanol (C_2H_5OH), oxid hlinitý (Al_2O_3), voda.

Pomůcky: kávová lžička (jiný kovový předmět), alobal, teploměr (do $100\text{ }^{\circ}C$), vařič, síťka, ochranné rukavice.

Sklo: kádinka (250 ml), malá Petriho miska.

Postup: Podle obrázku si sestrojíme aparaturu. Do větší kádinky vložíme Petriho misku a okolo misky nalijeme vodu tak aby nepřesáhla okraj Petriho misky. Do vody vložíme teploměr a připravíme si alobal na uzavření kádinky. Pomocí ethanolu odmastíme kovový předmět a nanese na něj otisky. Následující práci budeme provádět v digestoři, protože páry kyanoakrylátu mají výrazný zápach. Do Petriho misky v kádince dáme vteřinové lepidlo a do kádinky vložíme kovový předmět s naneseným otiskem. Kádinku utěsníme alobalem tak, aby páry neunikaly ven. Utěsněnou kádinku začneme zahřívát na vařiči a kontrolujeme, aby teplota nepřesáhla $70\text{ }^{\circ}C$. Asi po 3 minutách budou na předmětech vidět šedé zvýrazněné

otisky. Můžeme přestat zahřívát a kádinku nechat vychladnout. Poté opatrně odstraníme alobal, pozor na přímé vdechnutí pár kyanoakrylátu. A můžeme si všimnout i šedých zvýrazněných otisků na alobalu, který překrýval kádinku.

Vyhodnocení cvičení: Žák vypracuje protokol (pracovní list) se záznamy o průběhu laboratorního cvičení. Zaznamená si své postřehy a uvede, který postup mu přišel nejjednodušší, nejtěžší, ale také nejzajímavější. Zaznamená též, jakou metodou je otisk dokázán nejlépe a nejpresněji. Popřípadě navrhne i jiný způsob k odhalení otisku prstů.

4.2.1. Poznámky pro vyučující:

- 1) Po odmaštění kovového předmětu a nanesení otisku, zkontrolujeme, je-li kádinka dobře překryta alobalem, aby zplodiny volně neutíkaly.
- 2) Před zahříváním zkontrolujeme, mají-li všichni správně připravenou aparaturu, a jestli pracují v digestoři. Mohlo by dojít k omdlení studenta, kdyby se nadýchal při zahřívání zplodin z kyanoakrylátů.
- 3) Upozorníme žáky, že po ukončení zahřívání, při odstraňování alobalu si musí dát pozor, aby přímo nevedchli uvolněné páry z kyanoakrylátů. Je to velmi silný dráždivý zápach.
- 4) Upozorníme, že kdo se dotkl alobalu z vnitřní strany, může též vidět otisk na alobalu.
- 5) Je možné v úvodu či závěru cvičení vyhotovit se žáky daktyloskopické karty.

4.2.2. Pracovní list

OTISKY PRSTŮ

Úkol: SNÍMÁNÍ STOP POMOCÍ VTEŘINOVÉHO LEPIDLA	
Jméno:	Třída:
Příjmení:	Datum:

Chemikálie: vteřinové lepidlo, ethanol, oxid hlinitý, voda.

Pomůcky: kávová lžička, alobal, teploměr (do 100 °C), vaříč, síťka, ochranné rukavice.

Sklo: kádinka (250 ml), malá Petriho miska.

Postup:

1. Do kádinky s 10 ml vody vložíme malou Petriho misku s vteřinovým lepidlem.
2. Odmastíme kovový předmět a nanese na něj otisk.
3. Do vody vložíme teploměr a předmět s otiskem tak, aby otisk nebyl ponořený.
4. Kádinku překryjeme alobalem a přesuneme se do digestoře.
5. Kádinku začneme zahřívat, pozorujeme vyvíjení par kyanoakrylátu.
6. Hlídáme, aby teplota nepřesáhla hranici 70 °C.
7. Kádinku jsme odstavili a nechali vychladnout.
8. Na kávové lžičce jsme pozorovali otisky.

Obrázek:

Závěr:

V laboratorním cvičení

.....

4.3. Metoda snímání stop pomocí jodu.

Metoda je vhodná pro snímání stop z papíru, kartonu nebo lepenky. Není ovšem moc používána, z důvodu nestálosti par jódu. Otisky se zhruba po 20 minutách ztrácejí. Pro uchování je proto nutné otisk ihned po detekování vyfotografovat, nebo zafixovat pomocí jiné chemické reakce. Otisk prstu se objeví, jako narůžovělý vzor papilárních linií (obr 11,12).



Obr 11: Zviditelnění otisku pomocí par jódu



Obr 12: Otisk zviditelněný párami jódu

Nejdříve si připravíme:

Chemikálie: jod (práškový).

Pomůcky: vaříč, pinzeta, lžička, papír, ochranné rukavice.

Sklo: vyvíjecí komora (např. Erlenmeyerova baňka se zátkou).

Postup: Na papír nanese otisk prstu. Vezmeme si ochranné rukavice a budeme pracovat v digestoři. Připravíme si Erlenmeyerovu baňku, nasypeme do ní několik zrníček jódu, pinzetou do baňky vložíme papír s hledaným otiskem a zátkou baňku utěsníme. Téměř okamžitě začne jod sublimovat a otisk se zviditelní. Otisk bude růžovo-fialový jako páry jódu. Kdybychom chtěli reakci urychlit, můžeme baňku zahřát na vaříči. Nakonec si nezapomeňte otisk vyfotografovat.

Vyhodnocení cvičení: Žák vypracuje protokol (pracovní list) se záznamy o průběhu laboratorního cvičení. Zaznamená si své postřehy a uvede, který postup mu přišel nejjednodušší, nejtěžší, ale také nejzajímavější. Zaznamená též, jakou metodou je otisk dokázán nejlépe a nejpřesněji. Popřípadě navrhne i jiný způsob k odhalení otisku prstů.

4.3.1. Poznámky pro vyučující:

- 1) Po nanesení otisku prstu na papír, zkontrolujeme, že všichni pracují v rukavicích. Nesmíme dopustit styk jódu s pokožkou žáků.
- 2) Po vyjmutí otisku z vyvíjecí komory (Erlenmayerovi baňky) otisk vyfotografujeme, nebo naskenujeme, abychom ho uchovaly.
- 3) Je možné v úvodu či závěru cvičení vyhotovit se žáky daktyloskopické karty.

4.3.2. Pracovní list

OTISKY PRSTŮ

Úkol: SNÍMÁNÍ STOP POMOCÍ JODU	
Jméno:	Třída:
Příjmení:	Datum:

Chemikálie: jod.

Pomůcky: vaříč, pinzeta, lžička, papír, ochranné rukavice.

Sklo: vyvíjecí komora (Erlenmeyerova baňka s pryžovou zátkou).

Postup:

1. Naneseme otisk na papírek o rozměru 5 x 5 cm.
2. Do Erlenmeyerovy baňky nasypeme půl lžičky jodu. (v digestoři)
3. Do Erlenmeyerovy baňky vsuneme pinzetou papírek s otiskem a zátku uzavřeme.
4. Pozorujeme sublimaci jódu, dojde k zviditelnění otisku.
5. Papírek s otiskem vytáhneme a vyfotografujeme či naskenujeme.

Obrázek:

Závěr:

V laboratorním cvičení

.....

.....

4.4. Metoda snímání stop pomocí roztoku ninhydrinu.

Metoda je vhodná pro snímání stop z papíru a velkých tapetových ploch. Tato metoda odhalí i několik let staré stopy. Protože ninhydrin velice ochotně reaguje s aminokyselinami, proteiny i peptidy, které se na papír dostanou společně s otiskem. Můžeme pozorovat zvýraznění papilárních linií v růžové barvě. Při ninhydrinové reakci dojde k dekarboxylaci a tím vzniká růžové zbarvení (obr 13).



Obr 13: Zvýraznění papilárních linií pomocí roztoku ninhydrinu

Nejdříve si připravíme:

Chemikálie: ninhydrin (2,2-dihydroxy-1,3-indandion), ethanol (C_2H_5OH), kyselina octová (CH_3COOH 99%).

Pomůcky: vaříč, pinzeta, lžička, papír, ochranné rukavice, rozprašovač, sušárna (fén), váhy.

Sklo: kádinky (250 ml), odměrný válec (100 ml), pipeta (5 ml), skleněná tyčinka, hodinová sklíčka, fixírka.

Postup: Nejdříve na papír nanese několik otisků. Dále budeme pracovat v ochranných rukavicích a v digestoři. Připravíme si detekční roztok. Do kádinky odměříme pomocí odměrného válce 50 ml ethanolu a pipetou přidáme 1,5 ml kyseliny octové. Navážíme 0,1 g ninhydrinu a přidáme k roztoku kyseliny s ethanolem. Je nutné ninhydrin dobře rozpustit. Tento detekční roztok poté nalijeme do fixírky a postříkáme celý papír se stopami. Zaschlý papír dáme vysušit do sušárny nebo použijeme k dosušení fén.

Vyhodnocení cvičení: Žák vypracuje protokol (pracovní list) se záznamy o průběhu laboratorního cvičení. Zaznamená si své postřehy a uvede, který postup mu přišel nejjednodušší, nejtěžší, ale také nejzajímavější. Zaznamená též, jakou metodou je otisk dokázán nejlépe a nejpřesněji. Popřípadě navrhne i jiný způsob k odhalení otisku prstů.

4.4.1. Poznámky pro vyučující:

- 1) Po nanesení otisku prstu na papír, zkontrolujeme, že všichni pracují v rukavicích a v digestoři.
- 2) Upozorníme žáky na práci se sušárnou, aby se nepopálili.
- 3) Je možné v úvodu či závěru cvičení vyhotovit se žáky daktyloskopické karty.

4.4.2. Pracovní list

OTISKY PRSTŮ

Úkol: SNÍMÁNÍ STOP POMOCÍ ROZTOKU NINHYDRINU	
Jméno:	Třída:
Příjmení:	Datum:

Chemikálie: ninhydrin, ethanol, kyselina octová.

Pomůcky: vaříč, pinzeta, lžička, papír, ochranné rukavice, rozprašovač, fén, váhy.

Sklo: kádinky, odměrný válec, pipeta, skleněná tyčinka, hodinová sklíčka, fixírka.

Postup:

1. Na papír nanese několik otisků prstů. (dále vše provádíme v digestoři)
2. Příprava roztoku: 50 ml ethanolu + 1,5 ml kyseliny octové, poté přidáme 0,1 g ninhydrinu.
3. Roztok přelijeme do fixírky a postříkáme celý papír s otisky.
4. Necháme zaschnout a poté dosušíme fénem (v sušárně).

Obrázek:

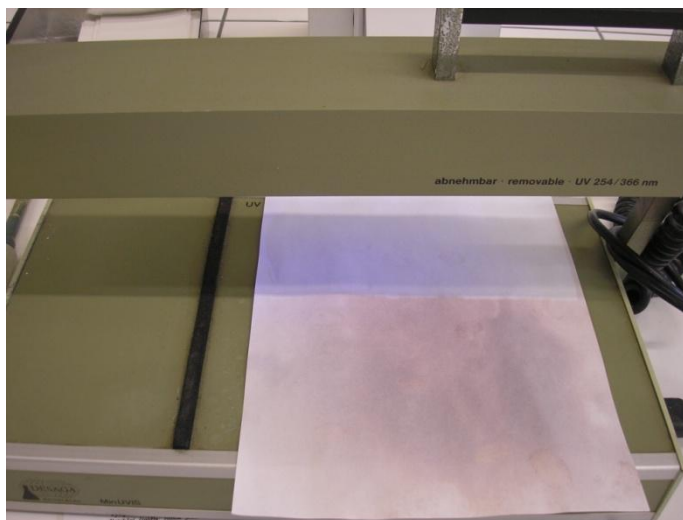
Závěr:

V laboratorním cvičení

.....

4.5. Metoda snímání stop pomocí roztoku dusičnanu stříbrného.

Metoda je vhodná pro snímání stop z papíru, ale i ze skla. Metoda využívá faktu, že z lidského těla je kromě tuku a vody vylučováno také množství iontů (např. chloridové). Díky tomu mohou být otisky detekovány pomocí roztoku dusičnanu stříbrného (obr 14). Na skle se otisky objevují jako bílé sraženiny a na papíře jako šedo-modré papilární linie. Je tomu tak proto, že se dusičnan stříbrný po reakci s ionty z otisku pod ultrafialovým světlem rozkládá na chlor a elementární stříbro. [14,15]



Obr 14: zvýraznění stop pomocí roztoku dusičnanu stříbrného, detekce UV světlem

Nejdříve si připravíme:

Chemikálie: dusičnan stříbrný (AgNO_3), methanol (CH_3OH).

Pomůcky: UV-lampa (fén), papír, ochranné rukavice, lžička, váhy.

Sklo: kádinky (250 ml), odměrný válec (50 ml), fixírka, skleněná tyčinka.

Postup: Na papír nanese několik otisků. Dále budeme pracovat v ochranných rukavicích. V digestoři si připravíme roztok dusičnanu stříbrného. A to tak, že ve 25 ml methanolu rozpustíme 0,5 g dusičnanu stříbrného. Tímto roztokem pomocí fixírky postříkáme papír se stopami. Roztok necháme zaschnout a poté doschnout pod UV- lampou dokud nebudou otisky dobře vidět. Otisk prstu se objeví jako fialová stopa papilárních linií.

Vyhodnocení cvičení: Žák vypracuje protokol (pracovní list) se záznamy o průběhu laboratorního cvičení. Zaznamená si své postřehy a uvede, který postup mu přišel

nejjednodušší, nejtěžší, ale také nejzajímavější. Zaznamená též, jakou metodou je otisk dokázán nejlépe a nejpresněji. Popřípadě navrhne i jiný způsob k odhalení otisku prstů.

4.5.1. Poznámky pro vyučující:

- 1) Po nanesení otisku prstu na papír, zkontrolujeme, že všichni pracují v rukavicích a v digestoři.
- 2) Všechny papíry necháme dosušit pod UV lampou. Dokázané stopy poté vyfotíme, nebo naskenujeme.
- 3) Je možné v úvodu či závěru cvičení vyhotovit se žáky daktyloskopické karty.

4.5.2. Otázky ke cvičení:

- 1) Jaké znáte metody pro zvýraznění otisku prstu, stručně jednu z nich popište?
- 2) Napište vzorec sloučenin:
 - a. dusičnan stříbrný
 - b. ethanol
 - c. kyselina octová
 - d. oxid hlinitý
- 3) Jaký rozdíl otisku prstu mají otec a syn.
- 4) Jak se klasifikují otisky podle papilárních linií?
- 5) Jak se nazývá věda zabývající se zkoumáním otisků prstů?

4.5.3. Pracovní list

OTISKY PRSTŮ

Úkol: SNÍMÁNÍ STOP POMOCÍ ROZTOKU DUSIČNANU STŘÍBRNÉHO	
Jméno:	Třída:
Příjmení:	Datum:

Chemikálie: dusičnan stříbrný (AgNO_3), methanol (CH_3OH).

Pomůcky: UV-lampa (fén), papír, ochranné rukavice, lžička, váhy.

Sklo: kádinky (250 ml), odměrný válec (50 ml), fixírka, skleněná tyčinka.

Postup:

1. Na papír nanese několik otisků prstů (dále vše provádíme v digestoři).
2. Příprava roztoku: 25 ml methanolu + 0,5 g dusičnanu stříbrného.
3. Roztok přelijeme do fixírky a postříkáme celý papír s otisky.
4. Necháme zaschnout a poté dosušíme pod UV – lampou.

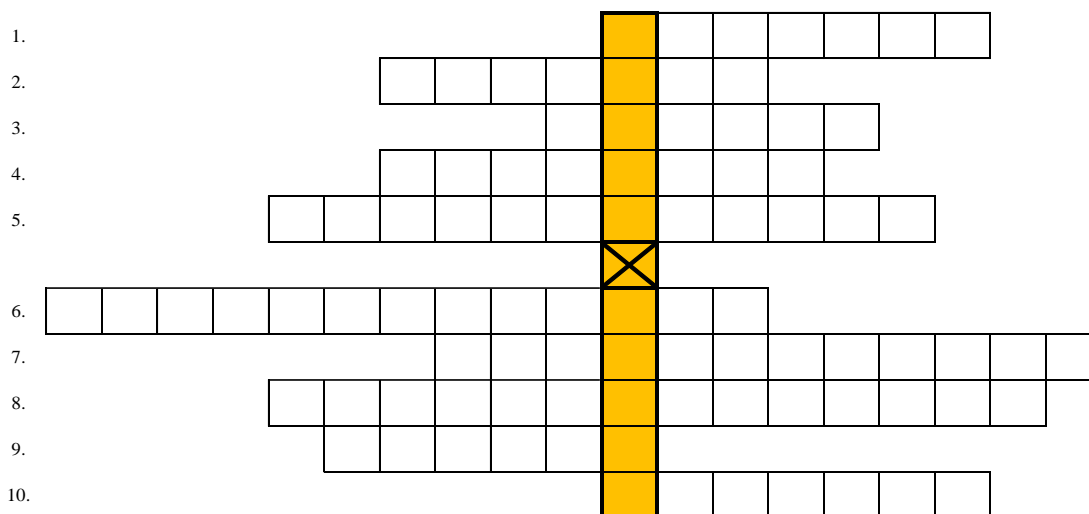
Obrázek:

Závěr:

V laboratorním cvičení

.....

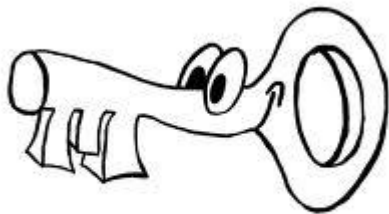
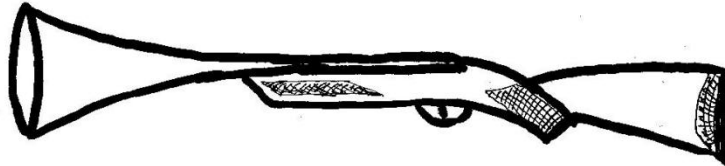
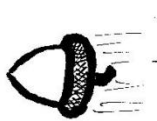
Křížovka – otisky prstů



1. Jaká reakce je opakem redukce?
2. Zločinec jinak?
3. Jak nazýváme laboratorní skleněnou trubici k odměřování malých přesných objemů kapalin?
4. Jak nazýváme odsávač par v laboratoři?
5. Co je příměs vteřinového lepidla, vhodná k odhalení otisků?
6. Jak se jmenuje věda zabývající se otisky prstů?
7. Jak se jmenuje mělká skleněná kruhová miska s volně přiléhajícím víčkem?
8. Název sloučeniny AgCl ?
9. Z čeho je tuha v obyčejné tužce?
10. Která lampa odhalí falešnou bankovku?

5. OBNOVENÍ EMBOSOVANÝCH ZNAKŮ NA KLÍČI

Z příběhu jsme se dozvěděli, že další zajištěnou stoupou byl klíč ze skříňky s chemikáliemi. Každý klíč, motor i zbraň mají od výrobce vyražené evidenční číslo, které obsahuje písmena a čísla. Evidenční číslo je pro každý předmět jiné, a podle toho můžeme zjistit, kdy, kde a kým byl předmět vyroben, či zakoupen. Předměty, které pachatelé používají ke spáchání trestného činu, mají povětšinou toto evidenční značení pozměněné pilováním a vyražením jiných znaků, pro zmatení forezních techniků. Ti ale znají metody, jak původní znaky obnovit. My si teď jednu z metod vyzkoušíme.



5.1. Metoda zviditelnění vybroušených embosovaných stop.

Metoda je nazývána metalografickým leptáním kovu, zjednodušeně zvýraznění původních kovových znaků. V kovu dochází při prvním ražení k chemickým změnám materiálu, a díky tomu můžeme pomocí leptacího roztoku zvýraznit původní evidenční znak (obr 15). Když dojde ke styku oxidačního činidla s klíčem v místě, které bylo poškozeno, dojde k vylučování elementárního kovu, a proto je původní znak opět čitelný. [2,14,15]



Obr 15: zvýraznění identifikačního čísla na klíči, pomocí leptacího roztoku

Nejdříve si připravíme:

Chemikálie: chlorid železitý (FeCl_3), kyselina chlorovodíková (HCl 30%).

Pomůcky: klíč určený pro důkaz (z mosazi, nebo jiného kovu), pilník, smirkový papír, pinzeta, ubrousky, lžička, váhy.

Sklo: Petriho misky, kádinka (100 ml), odměrný válec.

Postup: Připravíme si klíč s číslem (které se zapíšeme) a pilníkem vypilujeme znak tak, aby nebyl vůbec vidět. Smirkovým papírem povrch dočistíme do hladka, tak aby po původním

čísle nezbyla žádná stopa. Pokud pouhým okem není znak viditelný, můžeme provést jeho obnovení. Připravíme si leptací roztok, který nám posléze číslo opět zviditelní. Navážíme 5 g chloridu železitého a rozpustíme ho v 50 ml kyseliny chlorovodíkové. Klíč položíme do Petriho misky a zalijeme leptacím roztokem, tak aby byl celý ponořený. Roztok necháme působit 15 – 20 minut. Pinzetou klíč vyndáme a dobře opláchneme pod tekoucí vodou. Pokud nebude původní znak vidět, nebo bude špatně čitelný, vložíme klíč do roztoku na dalších 15 minut a postup opakujeme. Klíč osušíme a přesvědčíme se o shodě s původním znakem.

Vyhodnocení cvičení: Žák vypracuje protokol (pracovní list) se záznamy o průběhu laboratorního cvičení. Zaznamená si své postřehy z průběhu cvičení a nezapomene uvést, s jakým materiálem pracoval, a jestli dokázal obnovit vybroušený identifikační znak.

5.1.1. Poznámky pro vyučující:

- 1) Je třeba prohlédnout, jaké klíče žáci mají. Aby jim reakce proběhla tak jak má.
- 2) Zapsat si znaky klíčů, které budou později vybroušeny.
- 3) Zkontrolovat jestli klíč zbrousili dostatečně, tak aby číslo nebylo opravdu vidět. Popřípadě jim s broušením pomoci.
- 4) Dohlédnout na práci s kyselinou chlorovodíkovou (rukavice).
- 5) V rámci šetření je možné připravit leptací roztok pro všechny žáky (skupiny) hromadně. Je třeba dbát na dobré rozpuštění chloridu železitého.
- 6) Je třeba upozornit a ohlídat žáky, aby klíč při vyndávání z leptacího roztoku nepřišel do styku s pokožkou. Mohlo by dojít k poleptání kyselinou.
- 7) Zkontrolovat zda je obnovené číslo čitelné. Když není čitelné, postup opakujeme.
- 8) Připomeneme žákům, aby vypracovali protokol (pracovní list) o průběhu laboratorního cvičení.

5.1.2. Otázky ke cvičení:

- 1) Jaký je správný postup ředění kyseliny vodou. Naléváme kyselinu do vody, nebo vodu do kyseliny? A proč to tak děláme?
- 2) Vypište několik (5) chemických značek typických kovů a pojmenujte je.
- 3) Z čeho se skládají slitiny: mosaz, amalgám, bronz a ocel?
- 4) Uveďte příklad techniky ražby kovů.
- 5) Popište, jak a z čeho se připravuje leptací roztok na obnovení evidenčních znaků.

5.1.3. Pracovní list

OBNOVENÍ EMBOSOVANÝCH ZNAKŮ NA KLÍČI

Úkol: ZVIDITELNĚNÍ VYBROUŠENÝCH EMBOSOVANÝCH STOP	
Jméno:	Třída:
Příjmení:	Datum:

Chemikálie: chlorid železitý, kyselina chlorovodíková (30%).

Pomůcky: klíč určený pro důkaz, pilník, smirkový papír, pinzeta, ubrousky, lžička, váhy.

Sklo: Petriho misky, kádinka, odměrný válec.

Postup:

1. Připravíme si klíč a zaznamenáme jeho evidenční číslo.
2. Pilníkem vypilujeme číslo a dohladka zbrousíme smirkovým papírem.
3. Příprava roztoku: 50 ml kyseliny chlorovodíkové + 5 g chloridu železitého.
4. Do Petriho misky vložíme klíč a zalijeme leptacím roztokem.
5. Roztok necháme působit asi 20 minut.
6. Klíč pinzetou vytáhneme z roztoku a opláchneme pod tekoucí vodou.
7. Zkontrolujeme, že je číslo stejné jako před broušením.

Obrázek:

Závěr:

V laboratorním cvičení

.....

Křížovka – zviditelnění původních znaků v kovech

Chemie je vzácná věda. Dokáže vyrobit možné i nemožné. Například chemické pokusy ve školní laboratoři jsou nejlepší metodou, ... (dokončení v osmisměrce).

J	A	K	A	T	A	L	I	Z	Á	T	O	R	Z
K	D	E	T	E	K	T	I	V	R	O	P	A	K
Y	K	H	S	B	Y	R	E	T	A	A	I	V	U
S	Y	S	E	P	A	CH	A	T	E	L	K	K	M
E	T	T	E	M	N	Á	K	O	M	O	R	A	A
L	R	R	A	T	O	M	O	K	O	V	Y	H	V
I	É	I	Í	S	A	G	Á	L	I	U	M	A	K
N	B	Č	I	B	K	O	L	O	I	D	T	N	A
A	Š	K	K	K	R	U	O	O	L	U	P	A	CH
CH	N	A	L	A	Y	O	P	T	B	S	U	T	E
R	L	O	V	P	L	J	M	I	N	I	M	U	M
O	Ř	O	D	Í	Á	O	R	S	N	K	N	H	I
M	O	D	R	A	T	D	Ý	K	A	A	Ě	A	E

ANODA

ATOM

BYRETA

DETEKTIV

DUSÍK

DÝKA

GÁLIUM

HEMOGLOBIN

CHEMIE

CHLOR

CHROM

JOD

KAHAN

KATALIZÁTOR

KOLOID

KOVY

KYANOKRYLÁT

KYSELINA

LÉČKA

LUPA

MINIMUM



OTISK

PACHATEL

ROPA

SKUPINA

STŘÍBRO

STŘIČKA

TEMNÁ KOMORA

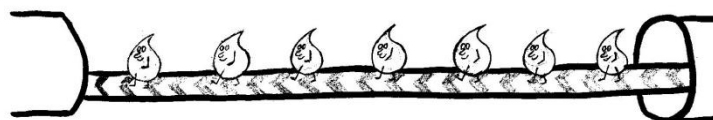
TUHA

ZKUMAVKA

ZRAK

6. KREVNÍ STOPY

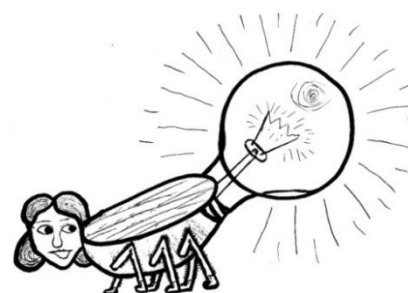
Žáci z příběhu našli na místě činu látku a kapesník s červenou skvrnou. Všichni si mysleli, že skvrna je od krve. Rozhodli se tedy, že se pokusí krev na látce prokázat. Zkoušku je nutné provést proto, aby bylo prokázáno, že skvrna není třeba od vína nebo jiné červené kapaliny připomínající krev.



Všem lidem i zvířatům krev koluje v těle. Je to důležitá tělní tekutina. Existuje několik krevních skupin a je možné, že právě díky krevní stopě zajištěné na místě činu dojde k usvědčení pachatele. Metod pro důkaz krevních stop je několik. Každá z metod se používá při důkazu různého množství krve na různých materiálech. Většina těchto zkoušek lze však provést pouze se speciálními pomůckami v dobře vybavené laboratoři. [3,10]

6.1. Metoda prokázání krevních stop roztokem luminolu.

Pomocí luminolového roztoku můžeme dokázat přítomnost krve například na dlažbě, písku či různých druzích textilií. Tímto způsobem lze dokázat i přítomnost krve ve vodě. My si vyzkoušíme rozlišit pomocí luminolového roztoku skvrnu od vína a od krve. [12]



Nejdříve si připravíme:

Chemikálie: peroxid vodíku (H_2O_2), luminol (5-amino-2,3-dihydroftalazin-1,4-dion), uhličitan sodný (Na_2CO_3), destilovaná voda (H_2O), víno, vepřová krev.

Pomůcky: rukavice, bavlněná látka, lžička, váhy.

Sklo: kádinky (250 ml), odměrný válec (100 ml), fixírka, skleněná tyčinka.

Postup: Nejdříve si na kus látky nanese dvě skvrny, jednu od vína a jednu od krve. Necháme zaschnout a mezitím si připravíme roztok na detekci. Do kádinky nalijeme 100 ml destilované vody a rozpustíme v ní 0,1 g luminolu a 5 g uhličitanu sodného. K urychlení můžeme použít elektromagnetickou míchačku. Když máme luminol rozpuštěný přilijeme

do kádinky 15 ml peroxidu vodíku a dobře promícháme. Poté detekční roztok luminolu přelijeme do fixírky a budeme s ním detekovat skvrny. Detekci skvrn musíme provádět při úplné tmě (čím větší tma, tím lépe), aby bylo vidět namodralé světélkování krevní stopy. Skvrna od vína nám dá negativní reakci.

Namodralé světélkování je způsobeno oxidací luminolu v zásaditém prostředí, při oxidační reakci za přítomnosti katalyzátoru (kterým je hemoglobin) se odštěpuje dusík a vzniká excitovaný anion kyseliny aminorftalové. Po vyzáření světla se molekula vrací zpět do původního stavu.

Vyhodnocení cvičení: Žák vypracuje protokol (pracovní list) se záznamy o průběhu cvičení. Na závěr uvede, jak a proč rozhodl, která stopa byla od krve a která byla od vína. Musí též ve stručnosti uvést průběh chemické reakce, kterou použil k rozhodnutí o pravosti skvrny.

6.1.1. Poznámky pro vyučující:

- 1) Nanesení skvrn od vína a krve můžeme provést ještě před příchodem žáků. Skvrny necháme zaschnout a žáky pak necháme rozhodnout o tom, která skvrna je od čeho.
- 2) Při přípravě roztoku pro detekci je nutné dbát úplného rozpuštění luminolu i uhličitanu sodného, jinak by reakce nemusel proběhnout.
- 3) Až poté, co mají všichni žáci luminol rozpuštěný můžeme pokračovat v postupu.
- 4) Je nutné, aby byl peroxid vodíku čerstvý. Jeho funkčnost je tak zaručena.
- 5) Je nutné dohlédnout na to, aby žádný s žáků nepřidal peroxid vodíku k roztoku výrazně dříve, mohlo by se stát, že roztok nebude po delším stání s krví reagovat.
- 6) Poté co se roztoky smíchají, přelijeme je do fixírek.
- 7) Nyní máme dvě možnosti.
 - A) Na stůl můžeme naskládat archy filtračního papíru a na ně rozložit látky, na nichž budeme posléze detekovat skvrny, tak že, před každou skupinou bude ležet jejich látka se skvrnami a po zatemnění budou všichni pracovat společně.
 - B) Na stůl položíme jeden filtrační papír, bude pracovat jen jedna skupina a ostatní se budou dívat a pozorovat reakci. Takto se vystřídají všechny skupiny. Tato varianta mi připadá vhodnější, protože žáci mohou vzájemně průběhy reakcí porovnávat. Některé skupině se může stát, že namodralé světélkování bude zcela jasně vidět, některé naopak. Byla

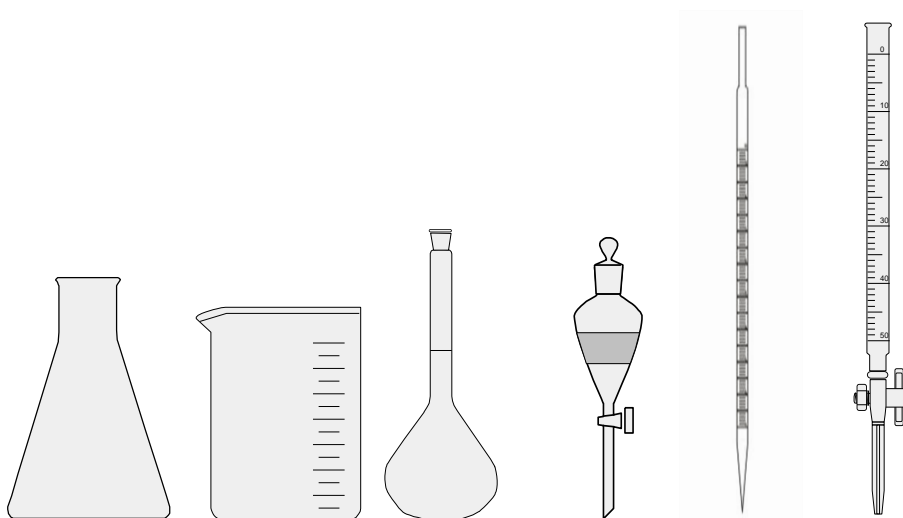
by proto škoda, kdyby byla některá skupina o tento pohled na průběh chemické reakce ochuzena.

- 8) Při detekci látky roztokem luminolu je třeba naprosté tmy. Čím větší tma bude, tím lépe bude vidět průběh reakce (namodralé světélkování).
- 9) Necháme žáky rozhodnout, která skvrna je od vína která od krve.

Můžeme žáky upozornit na světélkování v přírodě, které je jim blízké. Například světlušky, některé druhy rostlin.

6.1.2. Otázky ke cvičení:

- 1) Napiš vzorec uhličitanu sodného.
- 2) Jaké znáte krevní skupiny.
- 3) Napište základní funkce krve.
- 4) Jaké znáte druhy dýchání? Popište jejich rozdíly.
- 5) Jaká látka působí jako katalyzátor, jaký je rozdíl mezi katalyzovanou a nekatalyzovanou chemickou reakcí.
- 6) Červené krevní barvivo obsahuje kationt kovu, jaký?
 - a) Fe^{2+}
 - b) Mg^{2+}
 - c) Fe^{3+}
- 7) Pojmenuj chemické sklo na obrázku.



6.1.3. Pracovní list

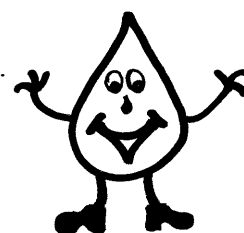
KREVNÍ STOPY

Úkol: PROKÁZÁNÍ KREVNÍCH STOP ROZTOKEM LUMINOLU	
Jméno:	Třída:
Příjmení:	Datum:

Chemikálie: peroxid vodíku, luminol, uhličitan sodný, destilovaná voda, víno, vepřová krev.

Pomůcky: rukavice, bavlněná látka, lžička, váhy.

Sklo: kádinky (250 ml), odměrný válec (100 ml), fixírka, skleněná tyčinka.



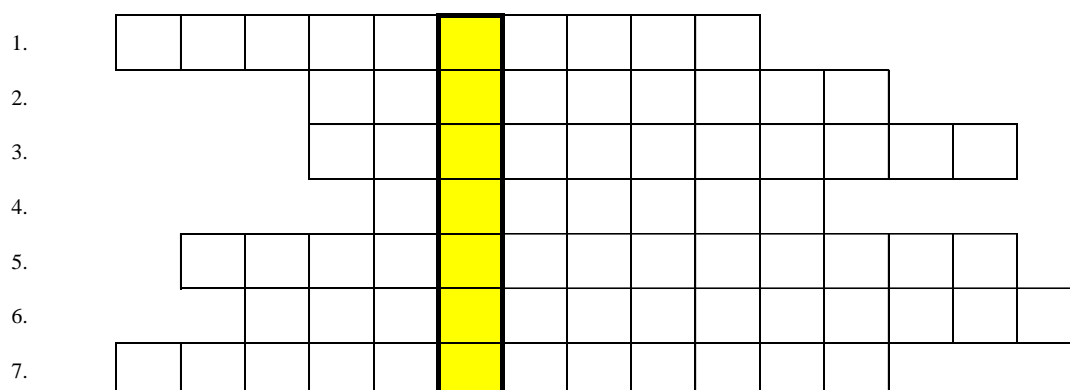
Postup:

1. Nanesení stop od krve a vína na látku.
2. Roztok luminolu: 100 ml destilované vody + 0,1 g luminolu + 5 g uhličitanu sodného.
3. K roztoku přidáme 15 ml peroxidu vodíku a přelijeme do fixírky.
4. Ve tmavé místnosti pomocí fixírky celou látku postříkáme.
5. Pozorujeme světélkování.

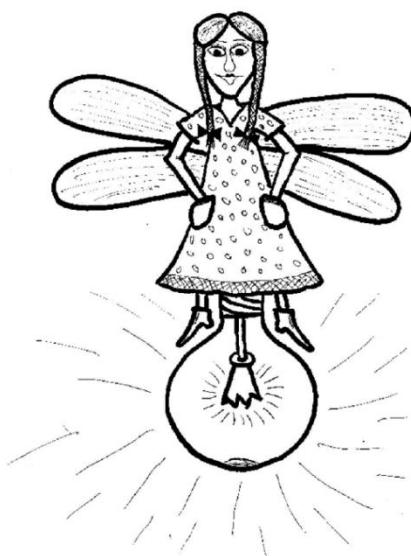
Obrázek:

Závěr: Pozorovali jsme dvě skvrny, od krve a od vína. Skvrna od vína dávala pozitivní x negativní reakci, naopak skvrna od krve reakci pozitivní x negativní. Dále jsme viděli (žák dopíše své postřehy).

Křížovka – krevní stopy



1. Červené krevní barvivo.
2. Bílé krvinky.
3. Místnost, kde se vyvolávají fotografie.
4. Jaké sklo používáme pro detekci?
5. Co se skrývá pod těmito zkratkami? A, B, AB, 0
6. Název sloučeniny H_2O_2
7. Co se stane při styku luminolu s krví?



7. Závěr

V teoretické části své bakalářské práce jsem stručně pojednala o významu forenzních věd a zjednodušenou formou přiblížila pojem forenzní analýzy. Nedílnou součástí jsou teoretické úvody k laboratorním cvičením určené jak žákům, tak i vyučujícím.

Hlavním cílem praktické části bakalářské práce je zpracování motivačního příběhu pro žáky. Přípravou návodů k laboratorním cvičením s tematikou forenzní chemie a pracovních listů pro mladší žáky, pro které by bylo psaní protokolů ze cvičení zbytečnou zátěží, jsou minimalizovány nepopulární činnosti. Starší žáci ocení jednoduché rady, jak vhodně zpracovat protokol o průběhu laboratorního cvičení. Jednodušší forma chemických křížovek vhodně doplňuje materiály pro žáky. Prověření základních znalostí týkajících se především jednotlivých cvičení je řešeno krátkými písemnými pracemi. Výsledky pokusů provedených v laboratoři jsou doplněny o věcné poznámky pro vyučující. Pro větší představitost je žákům, studentům i vyučujícím k dispozici k jednotlivým cvičením fotodokumentace se základním popisem.

Přála bych si, aby tato bakalářská práce byla přínosem. Věřím, že alespoň někteří vyučující zařadí forenzní chemii do výuky žáků základních škol a středních škol, a zpříjemní tak žákům mnohdy neoblíbený předmět. Motivace vedená od vyučujícího směrem k žákům je velmi důležitá, i když si to někteří z nich bohužel neuvědomují. Nezáleží totiž jen na žácích, ale také na přístupu jejich vyučujících.

8. Literatura

- [1] Zakaria Erzinçlioglu: *Forenzní metody vyšetřování*, Fortuna Libri, Praha 2008
- [2] Ivan Šimovček a kol. autorů: *Kriminalistika*, Trnava 2011
- [3] Peter Polák, Jozef Kubala: *Repetitóriium kriminalistiky*, Iura edition, Bratislava 2010
- [4] <http://www.emag.cz/dobrodruzstvi-kriminalistiky-daktyloskopie/tisk/> (staženo 7.10.2011).
- [5] http://krimi-spk.sweb.cz/02_exper/expertiz/02a_dakt/02a_afis.htm (staženo 7. 10. 2011).
- [6] http://technet.idnes.cz/britove-budou-kontrolovat-otisky-prstu-primo-na-ulici-pgb-/tec_tecnika.aspx?c=A061122_144557_tec_tecnika_vse (staženo 27. 9. 2011).
- [7] http://www.conet.cz/dochazkove_systemy/OA280/OA280.html (staženo 17. 10. 2011).
- [8] http://farm3.static.flickr.com/2628/4107676489_a4c1cb0eae.jpg (staženo 15. 2. 2012).
- [9] <http://www.cemark.cz/cs/produkty-uderoveznacistroje/> (staženo 22. 1. 2012).
- [10] Jan Jelínek, Vladimír Zicháček: *Biologie pro gymnázia*, Olomouc 2004
- [11] <http://www.krevniskupiny.cz/> (staženo 2. 11. 2011).
- [12] Jaromír Tesař: *Soudní lékařství*, Avicenum, Praha 1976
- [13] Ivan Čajda: *Chemik detektivem*, Státní nakladatelství dětské knihy, Praha 1964
- [14] Šulcová, R., Böhmová, H., Stratilová Urválková, E.: *Zajímavé experimenty z chemie kolem nás*. UK v Praze, PčF 2009.
- [15] cities.eu.org/attachments/068_CZ_forensic_theo.pdf (staženo 1. 10. 2011).
- [16] Müller L. a kol.: *Příručka pro začínající učitele chemie*. Trifox s.r.o., Šumperk 2009
- [17] <http://cesmina.vscht.cz/trp/images/Dokumenty/Navody-na-laboratore/LaboratorniProtokol.pdf> (staženo 7. 2. 2012).
- [18] Olga Mokrejšová: *Praktická a laboratorní výuka chemie*, Triton 2005
- [19] http://home.pf.jcu.cz/~pruvodce/download/doporuceni_pro_psani_protokolu.pdf (staženo 7. 2. 2011).

9. Přílohy

9.1. Jak napsat protokol

Rozsah protokolu 1 – 2 stránky formátu A4

Písmo Times New Roman, velikost písma 12, řádkování 1,5

Numerické hodnoty – mezi číslem a jednotko píšeme vždy mezery 5 g (špatně 5g)

V chemických vzorcích píšeme tečku pomocí symbolů a bez mezer $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, je nutné dbát na správné uvádění indexů H_2O (špatně H2O)

Správný zápis pro uvedení teploty vypadá takto 70 °C (70 mezera °C)

Procenta – je nutné rozlišovat pět procent 5 % (s mezerou) a pěti procentní 5% (bez mezery)

Struktura protokolu

- 1) Nadpis – název cvičení.
- 2) Na začátku protokolu (v hlavičce) žák uvede tyto údaje:
 - a) jméno a příjmení
 - b) ročník
 - c) datum
 - d) název úkolu
- 3) Pomůcky, sklo
- 4) Chemikálie
- 5) Pracovní postup – žáku stručně uvede (může být v bodech), jak v průběhu cvičení postupoval, není vhodné přesně opisovat postup z návodu ke cvičení.
- 6) Princip úlohy – žák uvede použité metody a zdůvodnění průběh reakcí.
- 7) Vyhodnocení – žák přehledně zpracuje výsledky práce, vhodné je použití přehledné tabulky, popřípadě grafu, nesmí chybět výpočet.
- 8) Závěr – žák uvede, k jakým výsledkům dospěl, a stručně svůj výsledek okomentuje a zhodnotí.
- 9) Protokol může, obsahovat obrázky použitých přístrojů, popřípadě obrázky či fotografie jednotlivých úkonů při práci v laboratoři. [16,17,18,19]

9.2. Řešení křížovek

Otisky prstů

1. O X I D A C E

2. P A CH A T E L

3. P I P E T A

4. D I G E S T O Ř

5. K Y A N O A K R Y L Á T

6. D A K T Y L O S K O P I E

7. P R T R I H O M I S K A

8. CH L O R I D S T Ř Í B R N Ý

9. G R A F I T

10. U V L A M P A

Krevní stopy

1. H E M O G L O B I N

2. L E U K O C Y T Y

3. T E M N Á K O M O R A

4. F I X Í R K A

5. K R E V N Í S K U P I N A

6. P E R O X I D V O D Í K U

7. S V Ě T Ě L K O V Á N Í

Zviditelnění původních znaků v kovech

Embosování: Chemie je vzácná věda. Dokáže vyrobit možné i nemožné. Například chemické pokusy ve školní laboratoři jsou nejlepší metodou, **jak si vyrobit školu v přírodě.**

J	A	K	A	T	A	L	I	Z	A	T	O	R	Z
K	D	E	T	E	K	T	I	V	R	O	P	A	K
Y	K	H	S	B	Y	R	E	T	A	A	I	V	U
S	Y	S	E	P	A	CH	A	T	E	L	K	K	M
E	T	T	E	M	N	Á	K	O	M	O	R	A	A
L	R	R	A	T	O	M	O	K	O	V	Y	H	V
I	É	I	I	S	A	G	A	L	I	U	M	A	K
N	B	C	I	B	K	O	L	O	I	D	T	N	A
A	S	K	K	K	R	U	O	O	L	U	P	A	CH
CH	N	A	L	A	Y	O	P	T	B	S	U	T	E
R	L	O	V	P	L	J	M	J	N	I	M	U	M
O	R	O	D	I	A	O	R	S	N	K	N	H	I
M	O	D	R	A	T	D	Y	K	A	A	É	A	E

Daktyloskopická karta						
Jméno:		Datum:				
Příjmení:		Čas:				
Otisky jednotlivých prstů						
Pravá ruka				Levá ruka		
Palec	Ukazováček	Prostředník	Prsteník	Malík	Palec	Ukazováček
					Prsteník	Malík
Pořídil:						