

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra učitelství a didaktiky chemie

Studijní program: Chemie

Studijní obor: Učitelství chemie a matematiky pro SŠ



Bc. Gabriela Uherčíková

„Staň se detektivem“

(Školní projekt zaměřený na forenzní analýzu)

„Become a detective“

(Topic work focused on forensic analysis)

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Renata Šulcová, PhD.

Praha, 2013

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní RNDr. Renatě Šulcové, PhD. za vedení mé diplomové práce, za strávený čas se mnou při konzultacích a za zajímavé náměty a připomínky k mé tvorbě.

Děkuji i panu RNDr. Martinu Bojkovskému za pomoc při testování mého projektu na Gymnáziu Omská.

Zároveň děkuji své rodině za velkou trpělivost a podporu při celém mém studiu. Děkuji i spolužákům a kamarádům, kteří mi pomáhali při tvorbě mé práce.

Klíčová slova:

Projektové vyučování, forenzní analýza, chemické pokusy

Key words:

Project teaching, forensic analysis, chemical experiments

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Jsem si vědoma toho, že případné využití výsledků, získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

V Praze dne 1. května 2013

.....

Bc. Gabriela Uherčíková

Abstrakt

UHERČÍKOVÁ, G. : „*Staň se detektivem*“ (*Školní projekt zaměřený na forenzní analýzu*). Diplomová práce. Praha, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, KUDCH, 2013.

Diplomová práce se zabývá zpracováním návrhu projektu pro žáky středních škol na téma „Staň se detektivem“. Jedná se o komplexní projekt, který je orientován nejen na poznatky z biologie a chemie, ale i na forenzní analýzu. V teoretické části je vypracována obecná tvorba projektu, forenzní analýza, daktyloskopie, DNA a kvalitativní analýza. Teorie žákům i učitelům pomůže pochopit danou problematiku. V praktické části je zpracován celý projekt včetně pracovních listů s autorským řešením pro učitele. Pracovní listy jsou navrženy tak, aby pomohly žákům celý projekt zvládnout. Přílohou diplomové práce jsou všechny materiály, které jsou určeny pro žáky.

Projekt byl testován, dne 30. 4. 2013, v laboratoři Katedry učitelství a didaktiky chemie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Projektu se zúčastnilo 13 žáků z Gymnázia Omská, Praha 10.

Abstract

UHERČÍKOVÁ, G. : „*Become a detective*“ (*Topic work focused on forensic analysis*). Master thesis. Prague, Charles University in Prague, Faculty of Science, Department of Teaching & Didactics of Chemistry, 2013.

This thesis deals with the preparation of a draft project for secondary school students on the theme "Become a detective." This is a complex project that is focused not only on the information of biology and chemistry, but also for forensic analysis. The theoretical part is focused on a general production project, forensic analysis, fingerprints, DNA and qualitative analysis. Theory of this part helps pupils and teachers to understand the problem. The practical part contains the whole project within worksheets to copyright solution for teachers. Worksheets are designed to help students manage the entire project. Materials designed for students are attached to this thesis.

The project was tested on 30. 4. 2013 in the laboratory of the Department of Teaching and Didactics of Chemistry, Faculty of Science, Charles University in Prague. The project involved 13 pupils from Gymnasium Omská, Prague, 10.

Obsah

Abstrakt	3
Abstract.....	4
Obsah	5
Seznam použitých zkratk	7
1 Úvod	8
2 Cíle diplomové práce	9
3 Teoretická část.....	10
3.1 Co je to projekt?.....	10
3.1.1 Projektové vyučování	10
3.1.2 Historie projektového vyučování.....	10
3.1.3 Definice projektového vyučování.....	11
3.2 Forenzní analýza	12
3.2.1 Definice 1	12
3.2.2 Definice 2	12
3.2.3 Definice 3	12
3.2.4 Definice 4	12
3.3 Daktyloskopie	13
3.3.1 Pojem	13
3.3.2 Historie	13
3.3.3 Vznik papilárních linií	14
3.3.4 Význam z hlediska kriminalistiky	15
3.3.5 Vznik daktyloskopické stopy.....	16
3.3.6 Metody zajišťování a vyhodnocování daktyloskopických stop.....	17
3.3.7 Způsoby zkoumání daktyloskopických stop.....	21
3.3.8 Markanty.....	24
3.4 DNA	26

3.4.1	Co je DNA?	26
3.4.2	Chemická struktura nukleových kyselin.....	26
3.4.3	Přenos genetické informace.....	30
3.4.4	Objev DNA.....	32
3.4.5	DNA v kriminalistice.....	33
3.4.6	Analýza DNA	33
3.5	Kvalitativní analýza	35
3.5.1	Postup při dokazování kationtů v roztocích	35
3.5.2	Postup při dokazování aniontů v roztocích.....	38
4	Praktická část.....	41
4.1	Projekt – Staň se detektivem.....	41
4.1.1	Vyšetřování ztráty třídní knihy.....	41
4.2	Pracovní listy	49
4.2.1	Daktyloskopie – laboratorní práce.....	49
4.2.2	DNA.....	54
4.2.3	Kvalitativní analýza – laboratorní práce.....	60
5	Ověření projektu na SŠ	63
6	Diskuze.....	68
7	Závěr.....	70
8	Použitá a prostudovaná literatura	71
9	Seznam vlastních a převzatých obrázků.....	74
9.1	Seznam vlastních obrázků.....	74
9.2	Seznam převzatých obrázků	75
10	Přílohy	77

Seznam použitých zkratek

DNA	Deoxyribonukleová kyselina
EDTA	Ethylendiamintetraoctová kyselina
MU	Masarykova Univerzita
RNA	Ribonukleová kyselina
rRNA	Ribosomální ribonukleová kyselina
tRNA	Transferová ribonukleová kyselina
mRNA	Mediátorová ribonukleová kyselina
RVP	Rámcové vzdělávací program
ŠVP	Školní vzdělávací program
SŠ	Střední škola

1 Úvod

Projektové vyučování má své kořeny už na počátku 19. století. Velkého rozmachu však zažívá až v posledních několika desetiletích. Na všech školách se dnes konají projektové dny nebo dokonce týdny. Projekty se často věnují průřezovým tématům, která žákům neoddělují jednotlivé předměty, ale pomáhají jim vnímat téma jako celek. Projektové vyučování umožňuje žákům zkoušet manažerské dovednosti, kooperaci ve skupině a týmovou práci. Žáci si sami řídí jednotlivé činnosti a čas, který každé části věnují.

Proč název „Staň se detektivem“? Téma kriminalistiky je současné a velmi populární. Většina lidí ráda sleduje různé detektivní příběhy a žáci středních škol nejsou výjimkou, právě naopak. Tento název vzbudí ihned zájem žáků a může žáky k chemii přitáhnout.

Proč forenzní analýza? Jde o nový vědní obor, který zahrnuje chemickou a biologickou část kriminalistiky. Z chemické části jde hlavně o část analytické chemie. V dnešní době se analytická chemie zabývá hlavně instrumentálními metodami. Těmi se v této práci však nebudeme zabývat. Diplomová práce je pojata jako projekt pro střední školy a všechny metody jsou upraveny tak, aby mohly být použity na střední škole.

V teoretické části jsou nejprve vybrány některé momenty z historie projektového vyučování. Poté následuje část přibližující a vysvětlující, co dnes rozumíme pod pojmem „forenzní analýza“ a též historie a základy daktyloskopie. Teorie by měla učitelům objasnit a podrobněji vysvětlit problematiku, aby mohli být dobře fundovanými rádci pro předložený studentský projekt. Na konec je podrobněji zmíněna též problematika chemická, která s projektem souvisí: DNA a vybrané části kvalitativní analýzy.

V praktické části je navržen samotný školní projekt včetně pracovních listů a metodických materiálů pro učitele. Jako experimentální část byl projekt ověřen s žáky 3. ročníku gymnázia. V této části jsou uvedeny též reakce žáků bezprostředně po realizaci celého projektu.

2 Cíle diplomové práce

1. Krátce shrnout teorii projektového vyučování a současných metod forenzních analýzy
2. Připravit projekt pro žáky SŠ na téma „Staň se detektivem“
3. Připravit projekt pro žáky tak, aby je zaujalo další studium chemie
4. Připravit materiály (pracovní listy, protokoly) pro žáky pro snadnější pochopení a zvládnutí projektu
5. Připravit materiály (pracovní listy, protokoly) s autorským řešením a metodickými pokyny pro učitele
6. Otestovat projekt na SŠ

3 Teoretická část

3.1 Co je to projekt?

V současné době se na základních a středních školách často hovoří o projektech, projektovém vyučování, projektových dnech nebo projektovém týdnu. Projekty se odehrávají ve třídě, v celé škole nebo i na školách v přírodě.

3.1.1 Projektové vyučování

Dnešní škola má za úkol naučit žáky vyhledávat a zpracovávat poznatky, vybavit je metodami řešení problémů. [1] Cílem vyučování je rozvíjet v žácích schopnost samostatně se učit a zároveň je motivovat k učení tak, aby byli i ochotni se učit. [1] Právě projektové vyučování může velmi efektivně přispět ke splnění těchto požadavků.

Projektové vyučování dává prostor pro integraci poznatků z různých oborů, ale též pro integraci žákova poznávání vůbec. Projektové vyučování umožňuje realizaci obecných cílů základního vzdělávání a rozvíjení klíčových kompetencí [1] Zároveň podporuje schopnost týmové a kooperativní spolupráce. Využívá rozličných organizačních forem práce, integrace předmětů, a tedy aktivizaci ve výuce a vzdělávání. [2]

3.1.2 Historie projektového vyučování

Historie projektového vyučování je starší více než sto let. Vycházelo z kritiky tzv. herbartovské školy. Herbartovská škola byla základním modelem vyučování v Evropě i v Americe. Žák tiše seděl v lavici a poslouchal učitele, který vykládal u tabule. Žáci se učili pouze tím, že si pamatovali a opakovali to, co vykládal učitel. Žáci často slovům, které povídali, nerozuměli. [volně podle 3]

Na konci 19. století se zdvihla vlna odporu. Novou hodnotou se místo pasivity poslušného žáka stala dětská zvědavost a přirozená aktivita. Nastala nová éra tzv. hnutí nové výchovy. Nová éra ovlivnila pedagogické myšlení i praxi škol v celé Evropě a přímo projektové vyučování zásadně změnilo školu v USA. [1]

Základní metodou v reformní škole byla vlastní práce dětí. Žáci nedostávali hotové poznatky, ale krokem za krokem se sami dopracovávali cíli. Učení se tak proměnilo v samostatné hledání a řešení problémů. Ve školách se začali zřizovat odborné laboratoře, dílny, knihovny a zahrady. [volně podle 1, 2]

Základem projektového vyučování byla americká pragmatická pedagogika na počátku 20. století. V té době se ostře diskutovalo o podobě projektů. Projekty měli za cíl vychovat aktivního občana demokratické společnosti. Hledaly se nové formy vzdělávacího obsahu, které by více odpovídaly reálnému životu. Místo jednotlivých oddělených předmětů se objevila témata, problémy nebo samostatné úkoly. Učební projekty tak nahradily osnovy jednotlivých předmětů především v amerických školách. [volně podle 1]

V českých školách během dvacátých a třicátých let 20. století se učitelé snažili hledat témata vhodná pro projektové vyučování v rámci svého předmětu. Učitelé chtěli, aby žáci získali nejen teoretické vědomosti, ale na základě vlastní individuální praxe hlavně praktické zkušenosti. Za ideální se považovaly projekty, které vyplynuly z momentální situace, z přirozeného běhu událostí např. přírodní katastrofy. [volně podle 1] Tyto projekty způsobily mimořádnou aktivitu žáků, ale stávalo se, že někdy žáci ve svém věku řešili problémy, které ještě nemohli pochopit.

Projektové vyučování se znovu objevilo až v devadesátých letech 20. století. Zpočátku vycházelo z potřeb učitelů, především z úsilí o změnu školy a zlepšení motivace žáků. Učitelé ovšem čelili problémům se zařazováním projektů do vyučování. Projekty se proto začaly zařazovat do výuky až po uzákonění rámcových vzdělávacích programů (RVP) a tvorby školních vzdělávacích programů (ŠVP). [volně podle 1]

3.1.3 Definice projektového vyučování

Projektové vyučování je tedy vyučovací proces založený na řešení komplexních teoretických a praktických problémů na základě aktivní činnosti žáků (jednotlivců, skupin i ve spolupráci s učitelem), ve kterém zúčastnění kooperativně pracují na zadaném problému obsáhlejšího charakteru nebo na skupině problémů, zaměřujících se na konkrétní jevy, vlastnosti věci. Při řešení úkolů využívají žáci dostupné materiály, poznatky, vědomosti a dovednosti z různých vyučovacích předmětů, získávají informace z literatury, časopisů, internetu, od učitelů i odborníků, prakticky prověřují své hypotézy ve škole, doma i v běžném životě, diskutují o svých závěrech, které obhajují a prezentují týmu. Projekt sám pak je realizací řešení problémů za využití souboru aktivních metod a činností všech zúčastněných. [2]

3.2 Forenzní analýza

Forenzní analýza je novým vědním oborem, který se postupně vyvinul z detektivní chemie. Tento rozsáhlý vědní obor nemůžeme definovat jedinou větou. Existuje několik různých definic. [přeloženo z 4]

3.2.1 Definice 1

Forenzní věda je aplikace přírodních věd na otázky práva. V praxi forenzní věda čerpá ze znalostí fyziky, chemie, biologie a jiných vědeckých zásad a metod. Forenzní věda se zabývá uznáním, identifikací, individualizací a vyhodnocováním fyzických důkazů. Forenzní vědci prezentují své poznatky jako znalci u soudu.

3.2.2 Definice 2

Slovo "forenzní" znamená "vztahující se k právu"; forenzní vědy řeší právní otázky za použití vědeckých zásad s nimi.

3.2.3 Definice 3

Forenzní věda je aplikace metod a technik základních věd na právní otázky. Jak si dokážete představit, tak forenzní vědy jsou velmi širokým oborem. Kriminalisté, kteří pracují jako chemici v laboratořích, někdy zvaní jako forenzní analytici, pracují fyzicky na důkazech shromážděných na místech trestných činů.

3.2.4 Definice 4

Forenzní věda je vědecká analýza a dokumentace důkazů vhodných pro soudní řízení. Mnoho lidí slyšelo termín "forenzní" jako termín, který je používán k popisu debatujících školních klubů. Mezi těmito dvěma formami slov je určitá podobnost. V akademických kruzích se slovo forenzní používá pro politické nebo jiné problémy diskutované mezi dvěma týmy pomocí logického přístupu, a stejně tak ve vědecké kriminalistice je diskuse (nebo srovnání) mezi fyzickými důkazy a známými nebo očekávanými okolnostmi o události.

Forenzní vědci umí určit vědecká fakta z důkazů, které vyhodnotí a mohou vypovídat jako znalci u občanských a trestních soudů nebo jiných soudních řízení. Forenzní vědec musí prezentovat vědecká fakta pravdivě, objektivním způsobem na základě přijatých vědeckých metod s cílem usnadnit rozhodnutí.

3.3 Daktyloskopie

3.3.1 Pojem

Daktyloskopie je charakterizována jako nauka o obrazcích papilárních linií vytvořených na vnitřní straně článků prstů, na dlaních a na prstech rukou, nohou a chodidlech. Tyto linie nejsou tvořeny na žádných jiných částech povrchu lidského těla. [5]

Papilární linie jsou specifické obrazce, které nejsou vytvořeny u jiných živočichů, jen u člověka, čímž jejich náleznost jednoznačně svědčí o lidském původu. V určité primitivní podobě jsou vytvořeny u lidoopů, ale jejich odlišení je velmi jednoduché. [5]

3.3.2 Historie

Historie otisků prstů sahá k několika tisícům let před naším letopočtem k indiánským kmenům na území dnešního státu Indiana. Na kamenech byly nalezeny ryté obrazy znázorňující lidskou ruku. Před 6 – 7. tisíci lety před n. l. sloužily otisky prstů k identifikačním účelům v Asýrii, Číně nebo později v Babylónu. [6]

V moderní historii, tedy v roce 1686 Marcello Malpighi zdokumentoval vědecké poznatky o otiscích prstů na evropském kontinentu. Roku 1823 vydal J. E. Purkyně habilitační práci, kde poprvé někdo popsal devět základních vzorů papilárních linií na posledních člancích prstů a klasifikoval je. To bylo zásadní v dějinách daktyloskopie. Proto bývá J. E. Purkyně ve všech odborných publikacích označován za průkopníka daktyloskopie. [volně podle 6 - 8]

Další osobností, kdo pracoval s otisky prstů, jako s identifikačním materiálem, byl Angličan William James Herschel, který si po vzoru čínských obchodníků nechal podepisovat smlouvy otiskem palce pravé ruky (r. 1858). Tím si postupně udělal velkou sbírku otisků a empiricky zjistil rozdílnost v kresbě otisků prstů různých osob. Po několika letech zkoumání prokázal hypotézu, že kresba papilárních linií se v průběhu života nemění. Pokoušel se zavést daktyloskopii částečně do kriminalistické praxe, ale to se mu nepovedlo. [volně podle 6, 7]

V roce 1879 se setkal v Japonsku Angličan Henry Faulds s otisky na prehistorických hliněných nádobách. Své studie zaměřil na otisky prstů různých národností dokonce i opic. Henry Faulds jako první v roce 1880 poukázal na to, že otisky z místa činu mohou posloužit ke zjištění totožnosti zločince. [volně podle 6]

Angličan Francis Galton si uvědomil, že aby bylo možno daktyloskopii využívat v kriminalistice, tak je potřeba dokázat, že kresby papilárních linií jsou neměnné v průběhu

života. Dospěl k poznání, že každý otisk obsahuje malou trojúhelníkovou oblast, kde se linie sbíhají – bod „delta“. Na základě toho stanovil čtyři základní typy otisků prstů. Galton stanovil tři fyziologické zákony, a tím položil základy k odůvodnění identifikační hodnoty daktyloskopie. [volně podle 6]

Policejní inspektor Edward Richard Henry se nechal inspirovat Galtonem a jeho objevy. Začal vést v policejních evidencích jak antropometrické¹ údaje, tak i otisky všech deseti prstů. Po čase se zjistilo, že antropometrické údaje jsou nedostatečné a v roce 1897 posoudila anglická vláda, že daktyloskopie je jako identifikační metoda lepší, výhodnější a rychlejší. [volně podle 6] Svými objevy se stal Henry jedním ze zakladatelů kriminalistické daktyloskopie.

Za druhého zakladatele kriminalistické daktyloskopie se považuje Chorvat, Jan Vucetich. Nadchla ho rovněž práce Galtona a na základě svých bádání, nezávisle na Henrym, stanovil čtyři základní klasifikační typy. S přibývajícím počtem evidovaných karet, začal členit otisky prstů stejného základního typu podle počtu papilárních linií. [volně podle 6]

Daktyloskopie byla poprvé zavedena v praxi argentinské policie v červnu roku 1896. Scotland Yard ji poprvé zavedl v roce 1901, v ostatních zemích později. V Čechách jsou počátky daktyloskopie spojeny s Františkem Protiwenským. Na základě jeho iniciativy byly v roce 1903 zhotoveny první daktyloskopické karty s otisky deseti prstů. [6]

Ve Spojených státech amerických roku 1912 zavedl používání daktyloskopie Joseph A. Faurot. Spolehlivost otisků prstů dokázal před porotou v soudní síni, kde prošel zkouškou soudce. Díky němu porota usvědčila vraha muže, který byl zavražděn na golfové hřišti. Daktyloskopie tak nastoupila vítěznou cestu i do nejdlejších koutů civilizovaného světa. [9]

3.3.3 Vznik papilárních linií

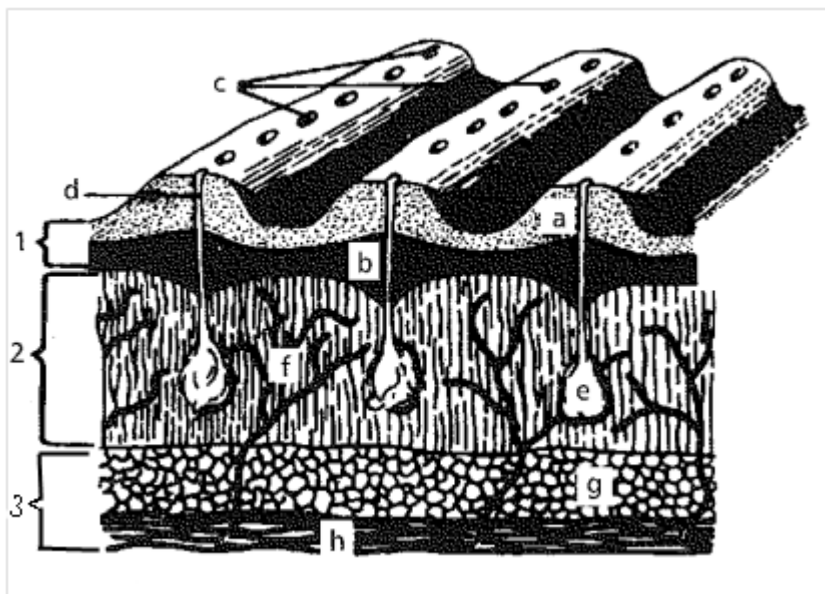
Daktyloskopie je založena na fyziologických poznatcích o lidské pokožce. [4] Papilární linie se tvoří již v prenatálním období během 4. – 5. měsíce těhotenství. V této době je dán základ nezaměnitelné kresbě obrazců papilárních linií. Pokožka dále jen sílí, rýhy se prohlubují a linie se zvyšují a rozšiřují. [volně podle 5, 7, 8]

Kůže se skládá ze tří hlavních vrstev: pokožka (*epidermis*), škára (*dermis*) a podkožní vazivo. Pokožku a škáru dělí hranice, která není rovná, ale tvoří hřebíkovité výběžky

¹ Údaje s délkou a šířkou hlavy, levého prostředního, levého předloktí a levé nohy.

(papily) a brázdy, do nichž přesně zapadají epiteliální lišty a čepy pokožky (Obr. 1). [volně podle 5, 8, 11]

- 1 – pokožka
 - a – vrstva rohová
 - b – vrstva zárodečná
 - c – póry
 - d – vývodní potní žlázy
- 2 – škára
 - e – potní žlázy
 - f – cévy
- 3 – podkožní vazivo
 - g – podkožní tuk
 - h – svalstvo



Obr. 1: Řez lidskou kůží [převzato a upraveno z 4]

Papilární linie jsou tedy tvarově komplikované a vytvářejí složité obrazce. Biologicky se označují jako *Cristae cutis* – hmatové lišty [10]. Tvoří souvislé vyvýšené reliéfy s výškou cca 0,1 – 0,4 mm a šířkou 0,2 – 0,7 mm, které se navzájem různě kříží, mění směr, rozvětvují se, spojují i přerušují. Vytvářejí tím nejrůznější obrazce zvané dermatoglyfy, které dříve tvořily východisko pro tvorbu různých daktyloskopických třídících systémů, které však v dnešní době moderních počítačových daktyloskopických systémů ztratily svůj význam. [volně podle 5, 8]

Epidermis se skládá z mnoha vrstev buněk. V nejhlubší vrstvě se buňky velmi rychle množí a obstarávají tak buňky pro zevní vrstvy epidermis. Časem se tyto buňky dostanou až do zevní vrstvy, odumřou, zploští se a odpadnou z povrchu kůže. [11] Buňky jsou opět nahrazovány novými buňkami, přičemž tvar, obrazec a markanty papilárních linií jsou neměnné. [5]

3.3.4 Význam z hlediska kriminalistiky

Daktyloskopie je, po zjišťování antropometrických údajů, druhou nejstarší metodou využívanou v kriminalistice pro identifikaci osob. Daktyloskopie umožňuje identifikaci pachatelů trestných činů, podezřelých osob, neznámých osob, neznámých mrtvol nebo ke zjištění, zda zajištěná daktyloskopická stopa nebyla vytvořena osobou, která se již v minulosti

dopustila trestného činu. Tato metoda je použitelná z důvodů využití základních zákonů a schopnosti identifikace jednotlivých otisků prstů. [volně podle 7, 12]

Základní zákony

Možnost využití papilárních linií z hlediska identifikace se opírá o tři zákony [zpracováno podle 5]:

1. Nejsou na světě dva jedinci, kteří by měli shodné obrazce papilárních linií.

Pouze u jednovaječných dvojčat mohou být linie podobné, ale nikdy ne totožné.

2. Obrazce papilárních linií zůstávají po celý život člověka relativně neměnné.

Pouze ve vysokém věku jsou někdy narušeny vráskami ve stárnoucí kůži.

3. Papilární linie jsou relativně neodstranitelné.

Pořezáním, popálením či sedřením se odstraní pouze vrchní vrstva kůže, tedy papilární linie jsou odstraněny pouze dočasně, než se rána zahojí. K úplnému odstranění nebo poškození papilárních linií by došlo v případě, že by byla odstraněna nebo poškozena i zárodečná vrstva kůže. [volně podle 8]

3.3.5 Vznik daktyloskopické stopy

Daktyloskopické stopy vznikají velmi jednoduchým mechanismem. Postačuje, aby došlo ke styku části pokožky, která je pokryta papilárními liniemi s vhodným nosičem, který je schopen přijmout a po určitou dobu uchovat vzhled obrazce papilárních linií. [12] Mohou vznikat plastické daktyloskopické stopy, odvrstvené daktyloskopické stopy a navrstvené daktyloskopické stopy. [8]

Plastické daktyloskopické stopy nalezneme na objektech, které jsou schopny plastické deformace tlakem nebo hmoty, které změní své fyzikální vlastnosti např. teplotou. Mohou vznikat např. na vosku, čokoládě nebo usychajícím laku. [volně podle 12]

Stopy, při nichž není porušen povrch mezipapilárních prostor, se nazývají odvrstvené daktyloskopické stopy. Jedná se o stopy, kdy na vrcholcích papilárních linií ulpí látky a přenesou se na povrch tak, že není porušen povrch mezipapilárního prostoru např. nátěry laků, barev a další látky, které mají lepidlové schopnosti. [volně podle 6]

Navrstvená daktyloskopická vrstva vzniká přenesením látky z vrcholků papilárních linií na různé předměty. Jedná se o látku jako barva, krev, pot nebo prach. [6]

3.3.6 Metody zajišťování a vyhodnocování daktyloskopických stop

Jak již bylo řečeno, je potřeba vhodného nosiče, aby vznikla daktyloskopická stopa. Vhodnými nositeli mohou být hladké sklo, keramické materiály, hladký kov, předměty opatřené různými nátěry nebo některé druhy papíru. Nevhodnými nositeli jsou textilie, kůže, hrubý papír nebo hrubé dřevo. Jak dlouho může daktyloskopická stopa existovat, nelze jednoznačně říci. Zásadní vliv má okolní prostředí, ale byly nalezeny i daktyloskopické stopy na objektech ponořených do vody. Daktyloskopické stopy, které se objevují na místě činu, lze rozdělit na viditelné a neviditelné. [volně podle 5, 6]

Viditelné daktyloskopické stopy jsou pro vyhledávání velmi jednoduché. Mohou být plastické (např. v nějakém tvárném materiálu) nebo plošné (např. krvavé, barevné). Barevné, krvavé nebo masné stopy se zajišťují fotograficky. Pokud se jedná o stopy prachové, pak se snímají daktyloskopickou folií. [volně podle 6]

V kriminalistické praxi jsou ale nejčastěji nacházeny neviditelné daktyloskopické stopy, neboli též latentní. Jsou způsobeny nejčastěji dotykem prstů nebo dlaní. Při běžném osvětlení nejsou vůbec viditelné nebo velmi málo viditelné. Na tyto stopy potřebují kriminalisté speciální metody, které pomohou zviditelnit latentní daktyloskopické stopy. [volně podle 5, 6]

Fyzikální metody

Fyzikální metody jsou nejběžnější metody pro získávání latentních daktyloskopických stop. Využívají poznatku, že odparek potu, který tvoří vlastní stopu, má lepkavý charakter, a proto na stopě ulpívá jemný prášek, který vlastní obrazec papilárních linií zviditelní. Příklady prášků jsou jemně mletý kovový hliník (argenorát), železný prach (Obr. 2), mosazné nebo bronzové prášky a grafit. Zviditelnění stop se provádí pomocí vlasových štětečků, jimiž je prášek nanášen na vyšetřované místo. Vyvolaný otisk se poté vyfotografuje a zajistí daktyloskopickou folií. Nejčastěji pro získávání stop se užívá argenorát, ale pokud má zůstat podklad (např. bankovka, šek, doklady) nepoškozen, používá se grafit nebo kovové prášky. [volně podle 6]



Obr. 2: Otisk prstů vyvolaný ze skla pomocí železného prachu

Dříve se používaly i další přípravky na zviditelnění latentních stop, od kterých se postupně upustilo. V dnešní době se nejčastěji používají prášky vyšší intenzity, prášky pro určitou skupinu nosičů, tekuté prostředky a fluorescenční prášky. Prášky vyšší intenzity se používají k zajištění starších stop na umělých hmotách, lakovaných předmětech nebo na zbraních. [volně podle 6, 20]

Novým prostředkem pro vyvolání latentních stop je WetPrint, což je tekutý prostředek na bázi molybdenu. Používá se na materiály, které byly po jakoukoli dobu ve styku s vodou. WetPrint se aplikuje rozprašovačem a nechává se působit asi 45 s, poté se nosič opláchně vodou a vysuší. Zviditelněná stopa se pak snímá folií. [6]

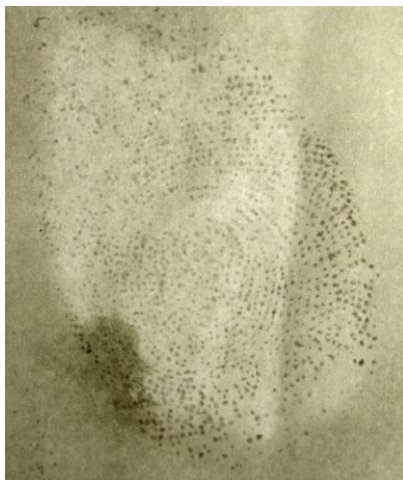
Další novou metodou je reflexní ultrafialové zobrazování. Metoda je založena na optickém zviditelnění odražených ultrafialových vln od otisku nebo jiného objektu. Výhodou této nové metody je to, že lze pracovat při jakémkoli osvětlení a na přístroj lze připojit přímo fotoaparát, takže daktyloskop může ihned přenést otisk do databáze a zkusit najít shodu. [6]

Chemické metody

Chemické metody jsou založeny na reakci některé složky potu a chemikálií za vzniku barevné látky. Metody se nemohou použít přímo na místě činu. Nejčastěji se tyto metody používají k získání otisků prstů na papíru. Z chemikálií se nejčastěji používá roztok dusičnanu stříbrného a roztok ninhydrinu. [volně podle 6]

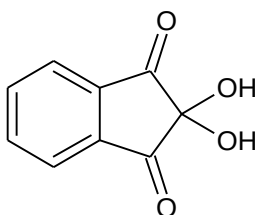
Roztok dusičnanu stříbrného reaguje s chloridy, které se nacházejí v potu. Reakcí vzniká chlorid stříbrný, který se rozpadá vlivem slunečního záření na chlór a koloidní stříbro, které

zvýrazní otisk prstu černou popř. hnědočernou barvu (Obr. 3). Nevýhodou této metody je poškození původního vzhledu papíru. [6]



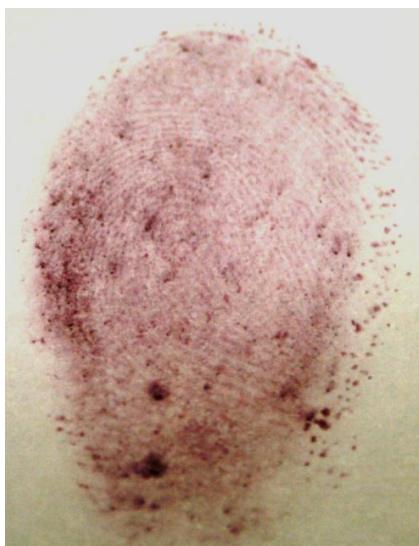
Obr. 3: Otisk prstu na papíru vyvolaný pomocí dusičnanu stříbrného

Další chemikálií k zobrazení daktyloskopických stop je roztok ninhydrinu (Obr. 4).



Obr. 4: Strukturní vzorec ninhydrinu

Roztok ninhydrin se nejčastěji nanáší ve spreji na vyšetřovaný papír, kde reaguje s aminokyselinami nacházejícími se v potním sekretu. Dochází k dekarboxylaci aminokyseliny na amin, který se poté oxidaže ninhydrinem. Ninhydrin se pak přeměňuje na růžový – fialovomodrý produkt, který zobrazí papilární linie (Obr. 5). Tento proces trvá při normální teplotě 1-2 dny. Reakci můžeme urychlit zahřátím papíru, ale na úkor kvality kresby papilárních linií. [6]

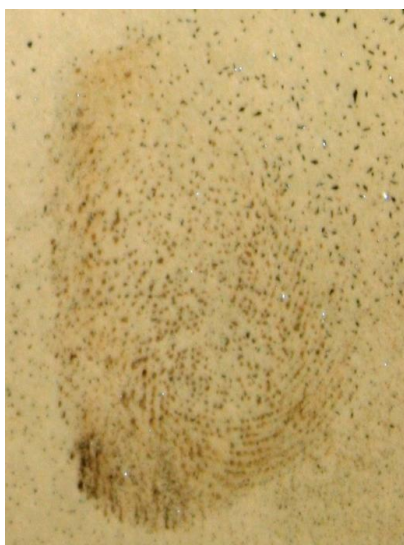


Obr. 5: Otisk prstu na papíru vyvolaný pomocí ninhydrinu

Fyzikálně – chemické metody

Mezi fyzikálně – chemické metody k vyvolání latentních stop patří páry jódu (Obr. 6) a páry kyanoakrylátu (Obr. 7).

Páry jódu jsou výhodné k vyvolání stop na papíru. Tyto stopy jsou pouze dočasně zviditelněny, a proto se musí zdokumentovat fotograficky. Metoda je založena na sublimaci jódu z pevného do plynného skupenství. Páry jódu pak ulpívají na místech kontaktů prstů s papírem. Tato metoda je vhodná k použití přímo na místě činu. Stačí k tomu skleněná roura naplněná krystalky jódu. Nově se začíná používat prostředek jód - stříbro, kde stříbro pomáhá k zachování otisku. [6]



Obr. 6: Otisk prstu vyvolaný na papíru parami jódu

Jednou z nejnovějších metod jsou páry kyanoakrylátu. Látka je obsažena např. ve vteřinovém lepidle. Páry slouží k vyvolání latentních stop prakticky na všech možných materiálech např. plast, zbraně, střelivo, sklo nebo dřevo. [6] Zároveň je zviditelnění stop stálé.



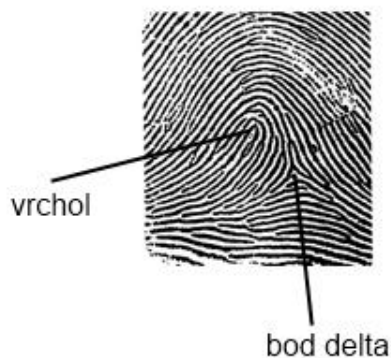
Obr. 7: Otisk prstu vyvolaný na skle parami kyanoakrylátu

3.3.7 Způsoby zkoumání daktyloskopických stop

Kriminalisté dříve byli schopni identifikace osob podle papilárních linií díky manuálním evidencím, ve kterých byly srovnávací otisky posledních článků prstů na ruce klasifikovány podle stanovených kritérií a v rámci evidencí dále děleny do skupin a podskupin. Postupně tyto evidence začaly ztrácet smysl s nasazením počítačů, protože počítačové algoritmy pracují na obecném porovnávání obrazů s využitím všech specifičností kresby papilárních linií. [volně podle 6]

V historii existovala celá řada nejrozličnějších klasifikačních metodik otisků prstů a na nich založených sbírek a evidencí. Z nejznámějších je Henryho klasifikační metoda z roku 1897 nebo Americká standardní klasifikace. I v Československu, později v Česku, existovala klasifikace, a to dekadaktyloskopická a monodaktyloskopická. Klasifikace se používaly až do roku 1994. [6]

Při manuálním daktyloskopickém zpracování se otisk zařazuje do klasifikační třídy. Daktyloskopické obrazce jsou definovány podle výskytu jednotlivých singulárních bodů, kterými jsou vrchol (střed) otisku a bod delta (Obr. 8). Pokud by papilární linie byly vrstevnice, tak by vrchol byl nejvyšším pomyslným bodem. Bod delta je bod, z něhož se papilární linie rozbíhají do tří směrů. [volně podle 6]



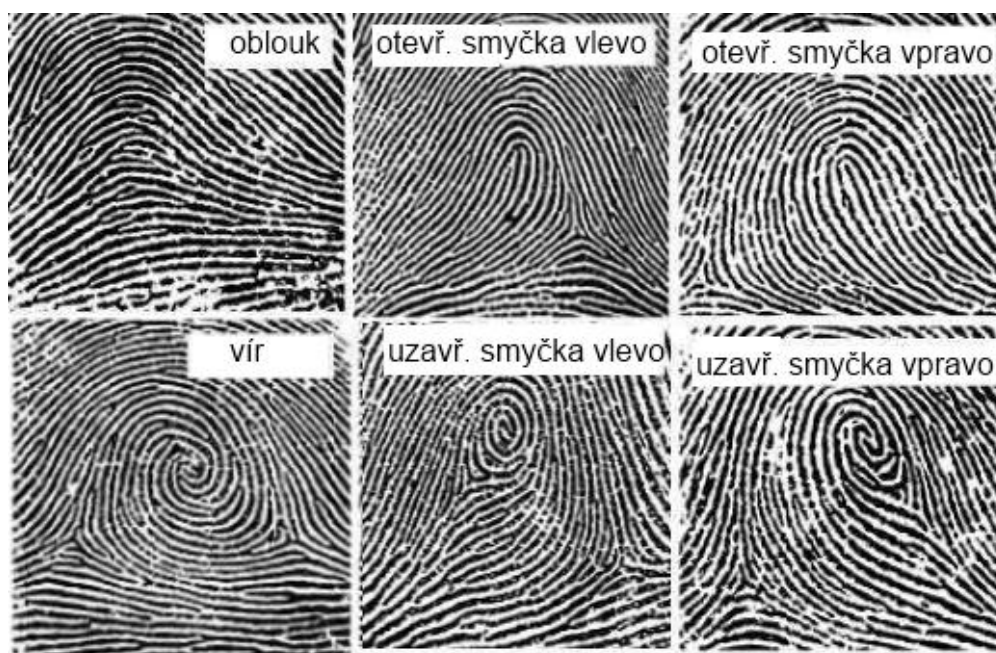
Obr. 8: Otisk prstu s označeným vrcholem a bodem delta [převzato a upraveno ze 13]

Dekadaktyloskopická klasifikace

Klasifikace sloužila k identifikaci osob podle otisků všech deseti prstů. Jednotlivé daktyloskopické karty jsou v evidenci seřazeny podle daktyloskopického vzorce. Ten je sestaven ze tří částí: klasifikace, subklasifikace a doplněk. [6]

KLASIFIKACE

V Československu a poté i v Česku se používalo šest základních klasifikačních tříd (základní daktyloskopické obrazce), kterými jsou: oblouk, otevřená smyčka vlevo, otevřená smyčka vpravo, vícedeltový vzor (vír), uzavřená smyčka vlevo a uzavřená smyčka vpravo (Obr. 9). [volně podle 6]



Obr. 9: Základní daktyloskopické obrazce používané v Československu a poté i v ČR [převzato a upraveno z 14]

Klasifikační třídy jsou definovány takto [6]:

1. Oblouk – tvořen plynule probíhajícími papilárními liniemi od jednoho okraje prstu k druhému, ve středové části tvoří mírné nebo strmé oblouky. Tento vzor nemá ve většině případů deltu, někdy mít může, avšak mezi ní a vrcholem smyčky není počítatelná linie.
2. Otevřená smyčka vlevo – papilární linie vycházejí z levé strany otisku prstu, prochází po oblouku vrcholem a vracejí se zpět na levou stranu otisku. Vzor má jeden bod delta, který se nachází na pravé straně otisku. Mezi vrcholem smyčky a deltou musí být alespoň jedna počítatelná linie.
3. Otevřená smyčka vpravo – je zrcadlovým obrazem otevřené smyčky vlevo.
4. Vícedeltový vzor – někdy je označován také jako dvojité smyčka, vír. Vzor obsahuje dvě a více delt. Papilární linie tvoří kruhové, elipsové, oválné nebo spirálové obrazce, dvojsmyčky či další nepravidelné obrazce. Mezi vrcholem a příslušnou deltou musí být alespoň jedna počítatelná linie.
5. Uzavřená smyčka vlevo – papilární linie tvoří nepravidelný obrazec s deltou na pravé straně. Uzavřená smyčka vlevo tvoří přechod mezi vzory otevřená smyčka vlevo a vícedeltový vzorem.
6. Uzavřená smyčka vpravo – vzor je podobný zrcadlovému obrazu uzavřené smyčky vlevo.

SUBKLASIFIKACE

Subklasifikace rozvádí a doplňuje klasifikaci. Provádí se u ukazováku, prostředníku a prsteníku obou rukou. [6]

U oblouku se subklasifikace neprovádí. U otevřených a uzavřených smyček vlevo a vpravo se provádí subklasifikace tak, že se určí počet papilárních linií mezi vrcholem vnitřní smyčky a deltou. Subklasifikace vícedeltového vzoru se provádí se sledováním a určením vzájemné polohy dvou krajních delt. K jednotlivým počtům papilárních linií se přiřazuje určitý kód – číslo, které se zapisuje do daktyloskopického vzorce. [volně podle 6]

DOPLNĚK

Doplňek udává počet papilárních linií na pravém malíku, obsahuje-li otevřenou nebo uzavřenou smyčku vlevo nebo vpravo. [6]

Monodaktyloskopická klasifikace

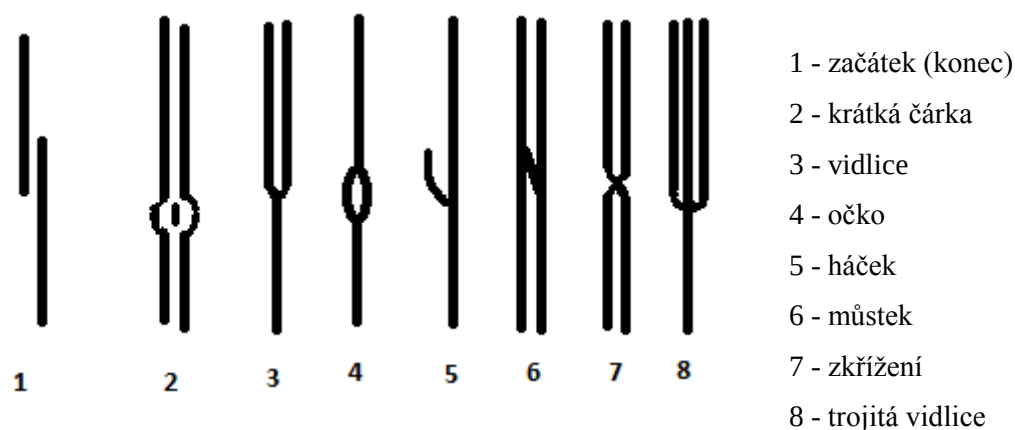
Monodaktyloskopická klasifikace slouží k identifikaci osob podle jednoho otisku prstu. Člení se na klasifikaci a subklasifikaci. Klasifikace a subklasifikace je téměř stejná jako dekadaktyloskopická klasifikace. [6]

Počítačově vedené daktyloskopické evidence

Jak už bylo zmíněno, dnes se již manuální klasifikace prakticky nepoužívají. Tento zlom nastal s rozvojem výpočetní techniky. Počítačová aplikace podle předem stanovených porovnávacích kritérií nabídne několik vyhovujících evidovaných otisků a daktyloskopický expert následně tyto otisky porovná se zajištěnou stopou. Tento způsob porovnávání velmi zrychlil a zpřesnil vyhledávání v evidenci. Současné algoritmy nepotřebují ke své činnosti žádné klasifikace, ale rovnou porovnávají dva obrazy. [volně podle 6]

3.3.8 Markanty

Dalším charakteristickým rysem každého otisku prstu jsou jeho markanty. Jsou to další charakteristické znaky, které se zkoumají v daktyloskopické stopě. Daktyloskopický expert prověřuje, zda se ten samý znak otisku prstu nalezeného na místě činu, nenalézá na stejném místě kontrolního otisku prstu. Rozeznává se osm základních charakteristických znaků (Obr. 10). Znaky nejsou na první pohled viditelné, a proto se dříve využívaly daktyloskopické lupy a daktyloskopické komparátory. Tato metoda byla velice časově náročná a hrozilo i nebezpečí omylů. [volně podle 8]



Obr. 10: Daktyloskopické markanty

V současné době trvá srovnávání otisků pomocí počítačových systémů pár minut. Počítač nalezne několik nejpravděpodobnějších otisků a posléze daktyloskop vizuálně porovná stopu s nabídkou systému. [6] Vymezí shody nebo rozdíly a zpracuje znalecký posudek.

K identifikaci je v České republice nutné najít alespoň 10 shodných markantů. Toto číslo je dáno a plně podloženo různými vědeckými pracemi. Spousta států, např. Velká Británie, už upustila od přesného počtu markantů k identifikaci člověka. Současný trend se snaží celkově opustit od fixního počtu markantů, který je v každém státě různý, ale snaží se více zkoumat papilární linie, jejich celkový průběh, charakteristické znaky, vzdálenost pórů od sebe a jejich tvar. [volně podle 6]

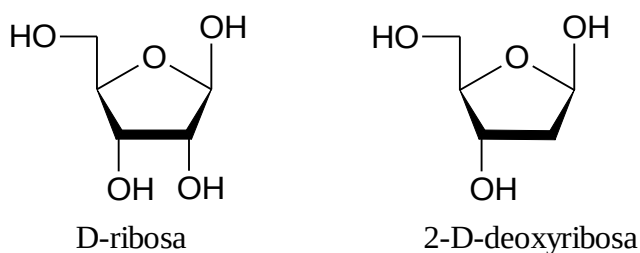
3.4 DNA

3.4.1 Co je DNA?

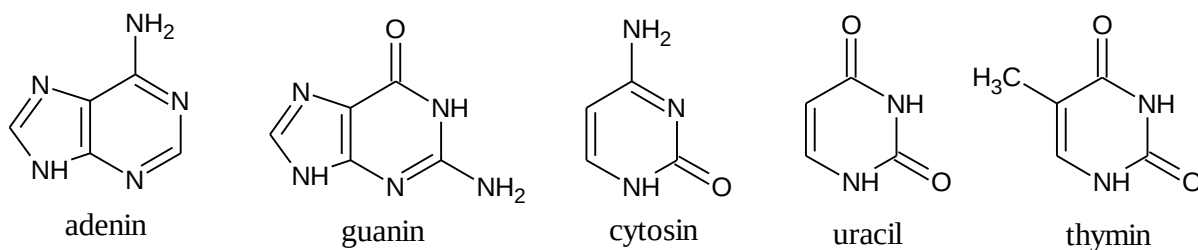
Deoxyribonukleová kyselina (dále jen DNA²) je nukleová kyselina. Spolu s ribonukleovou kyselinou (dále jen RNA) jsou chemickými nositeli genetické informace. V DNA jsou zakódovány informace o druhu buňky, její vlastnosti, řízení a ostatní nezbytné funkce. [volně podle 15, 16]

3.4.2 Chemická struktura nukleových kyselin

Nukleová kyselina je lineární polymer, který se skládá z jednotek zvaných nukleotidy. Každý nukleotid je tvořen ze tří částí – sacharidem, dusíkatou heterocyklickou bází a kyselinou fosforečnou (Obr. 13). Ve struktuře nukleové kyseliny se vyskytuje sacharid ribosa nebo 2-deoxyribosa (Obr. 11). Dusíkatou heterocyklickou bází je adenin, guanin, cytosin, uracil nebo thymin (Obr. 12). [volně podle 15, 16]

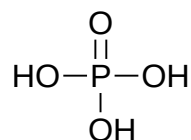


Obr. 11: Vzorce sacharidů nukleových kyselin



Obr. 12: Vzorce dusíkatých bází nukleových kyselin

² DNA popř. RNA je mezinárodně používaná zkratka, která vznikla z anglického názvu Deoxyribonucleic acid popř. Ribonucleic acid.



kyselina fosforečná

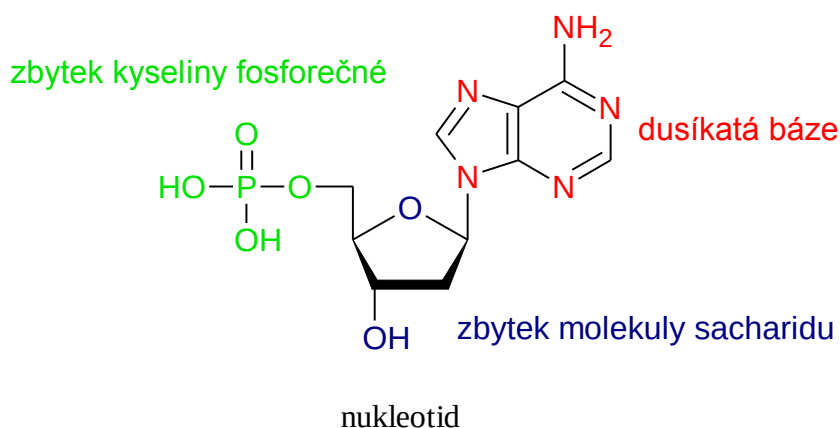
Obr. 13: Vzorec kyseliny fosforečné

To, jaký sacharid a jaká heterocyklická báze je v nukleové kyselině přítomná, určuje typ nukleové kyseliny – DNA nebo RNA. Jednotlivé rozdíly ve složení nukleových kyselin - viz (Tabulka 1). Kyselina fosforečná se vyskytuje v obou nukleových kyselinách ve formě mono - , di - nebo trifosfátu.

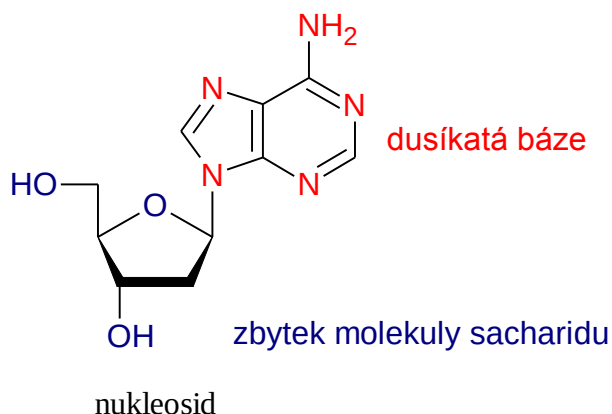
Tabulka 1: Rozdíly ve složení nukleových kyselin

	DNA	RNA
sacharid	2- deoxyribosa	ribosa
dusíkatá báze	adenin, guanin, cytosin, thymin	adenin, guanin, cytosin, uracil

Jak už bylo uvedeno výše, nukleové kyseliny se skládají monomerových jednotek – nukleotidů (Obr. 14). Každý nukleotid obsahuje nukleosid (Obr. 15). Nukleosid se skládá ze sacharidu a dusíkaté báze. [15]



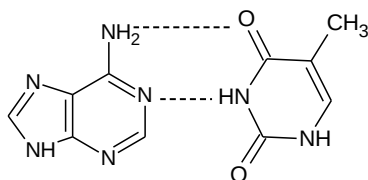
Obr. 14: Příklad nukleotidu v DNA



Obr. 15: Příklad nukleosidu v DNA

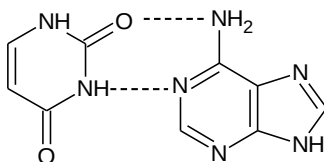
Dusíkaté báze nukleových kyselin (Obr. 12) jsou rovinné molekuly. Obsahují aminovou a karbonylovou skupinu, které jsou schopné vytvářet mezi sebou vodíkové můstky. Výjimkou je adenin, který místo karbonylové skupiny obsahuje aminovou skupinu. (Obr. 12) Vodíkové můstky vážou k sobě dva řetězce DNA. [17] Chemická struktura jednotlivých bází určuje, jak se báze mohou párovat, vázat vodíkovými vazbami. Jedná se o tzv. komplementaritu bází, která je nejdůležitějším jevem při přenosu genetické informace. Při tomto párování se páruje vždy pyrimidinová báze s purinovou. [volně podle 15 - 17]. Párovat se může:

adenin ... thymin



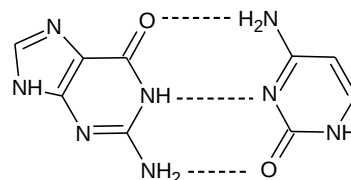
Obr. 16: Párování adeninu a thyminu

uracil...adenin



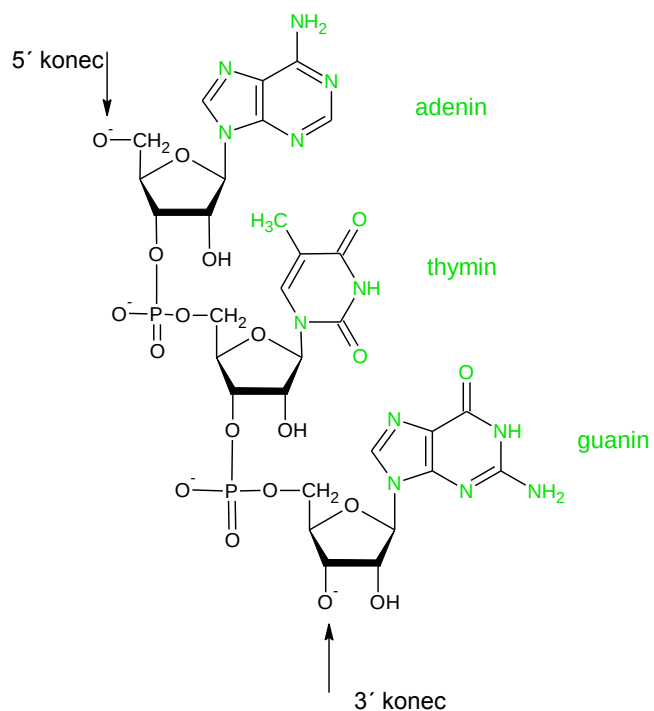
Obr. 17: Párování uracilu a adeninu

cytosin ... guanin



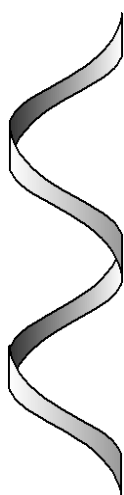
Obr. 18: Párování guaninu a cytosinu

Jednotlivé nukleotidy se v nukleové kyselině spojují esterovou vazbou, a to fosfátová skupina na pátém atomu uhlíku sacharidu a třetí uhlíkový atom sacharidu dalšího nukleotidu. Jeden konec oligonukleotidu je na pátém uhlíku pentosy, druhý na třetím uhlíku. Tyto konce se označují 5'- a 3'- konec. Tímto směrem též zapisujeme pořadí nukleotidů. (Obr. 19) [volně podle 15, 16]



Obr. 19: Úsek DNA s pořadím nukleotidů 5'-konec - 3'-konec [zpracováno podle 17]

Nukleotidy se tedy vzájemně spojují esterovou vazbou mezi sacharidem a zbytkem kyseliny fosforečné, navíc mezi dusíkatými bázemi dvou nukleotidů mohou vznikat vodíkové můstky. (Obr. 17) Mohou tedy vznikat dlouhé polymerní řetězce nebo dvě samostatná polymerní vlákna spojená vodíkovými můstky. Jeden dlouhý polymerní řetězec má RNA (Obr. 20). DNA je tvořena dvěma samostatnými polymerními vlákny. (Obr. 21) Jedná se o dvoušroubovici neboli dihelix. [volně podle 15, 16]



Obr. 20: Jeden polymerní řetězec RNA



Obr. 21: Dvě polymerní vlákna DNA

3.4.3 Přenos genetické informace

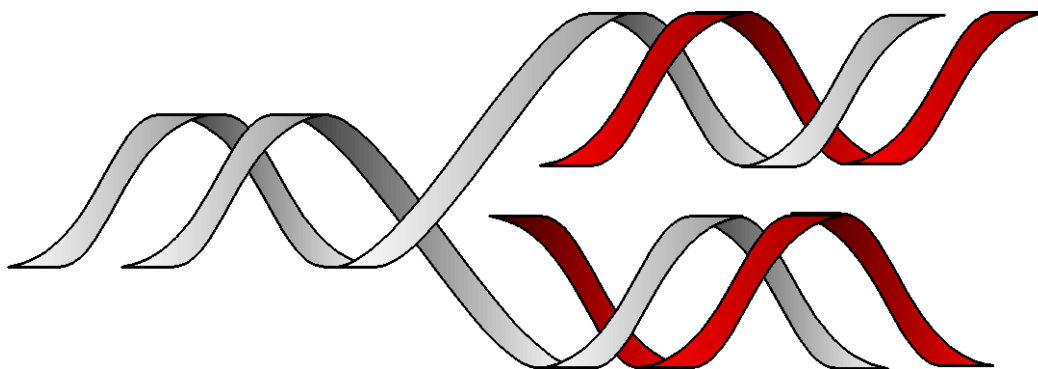
Molekula DNA je nositelem genetické informace. Informace je zakódována v pořadí nukleotidů DNA. Aby bylo možné genetickou informaci předat dalším generacím, musí být nějakým způsobem dekodována. Celý proces přenosu genetické informace probíhá ve třech základních fázích:

- Replikace
- Transkripce
- Translace

Replikace

Replikace je počáteční fáze procesu přenosu genetické informace. Je špatně představitelná, protože jádro lidské buňky obsahuje 23 párů chromozómů, přičemž každý z nich se skládá z jedné molekuly DNA, což je asi 250 miliónů párů bází.

Replikace je kopírování části vlákna molekuly DNA do dvou nových vláken DNA. Dvoušroubovice DNA je částečně rozvinuta pomocí enzymu, a tak se mohou, podle párování bází, na dvě stará vlákna DNA navázat nové nukleotidy. Vzniknou tak dvě nová vlákna (Obr. 22).



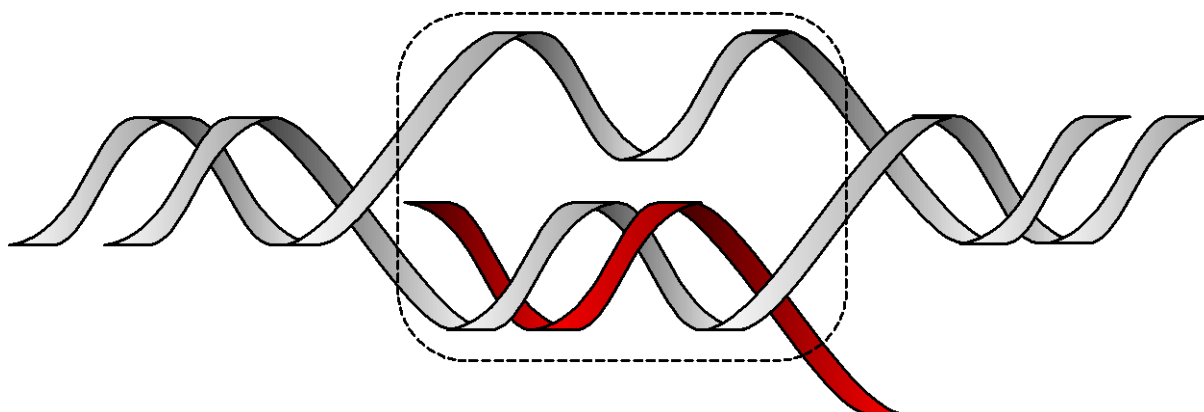
Obr. 22: Schéma replikace

Transkripce

Genetická informace se musí přenést až k bílkovinám, protože každý biologický druh je z molekulového hlediska charakterizován strukturou svých bílkovin. Proces začíná transkripcí, tedy přepisem pořadí nukleotidů DNA do pořadí nukleotidů mRNA³. Při transkripci se rozvine několik závitů DNA a utvoří se „bublina“, ve které jsou k dispozici

³ Informační neboli mediátorová RNA – přenáší genetickou informaci z DNA na ribosomy

k párování bází obě vlákna DNA. Nukleotidy RNA se pomocí vodíkových můstků přichytávají na jedno vlákno DNA a vlákno RNA se odvíjí od DNA (Obr. 23).



Obr. 23: Schéma transkripce

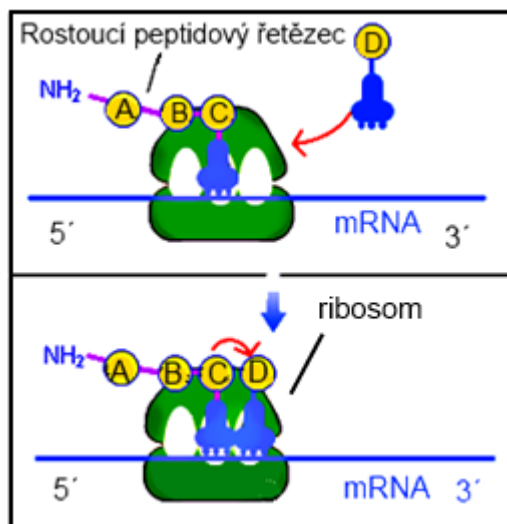
Translace

Pořadí nukleotidů v mRNA představuje kód pro pořadí aminokyselinových zbytků pro syntézu příslušné bílkoviny. Každá aminokyselina je specificky určena jedním kodonem, který se skládá z kombinace tří nukleotidů, tzv. tripletu. Existuje 64 tripletů a z toho 61 je specifických pro jednu aminokyselinu, ostatní kódují ukončení řetězce. [volně podle 15 - 17]

Translace je proces, kde tRNA⁴ přečte kód uvedený na mRNA. Translace probíhá na ribosomech, jejichž součástí je rRNA⁵. tRNA má tvar jetelového listu, kde na jeho vrcholu se nachází antikodon. Antikodon je komplementární s kodonem, který kóduje aminokyselinu. Antikodon komplementárně „nasedá“ na mRNA a s dalšími tRNA postupně syntetizuje řetězec bílkoviny (Obr. 24).

⁴ Transferová RNA – přenáší aminokyseliny na ribozomy, kde z nich syntetizuje bílkoviny

⁵ Ribosomální RNA – je součástí ribozomů, na kterých probíhá syntéza bílkovin



Obr. 24: Schéma translace [upraveno z 18]

3.4.4 Objev DNA

DNA je nositelkou genetické informace. [19] K tomuto objevu došlo až v polovině 20. století. Objevení struktury DNA se podařilo až v polovině 20. století, jak bude zmíněno v následujícím textu.

Dějiny genetiky neboli genetického kódu začínají jménem brněnského kněze Johanna Gregora Mendela. V letech 1856 – 1863 prováděl pokusy s křížením různých odrůd hrachu a zjišťoval, jak se dědí různé vlohy. Jeho objevy daly vznik zákonům dědičnosti. Jeho poznatky ale brzy upadly v zapomnění. Až v roce 1900 objevily jeho zápisky a potvrdily zákony dědičnosti. [volně podle 19]

Bakteriolog Oswald Avery objevil, že látka odpovědná za dědičné změny v pneumokokích organismu není ani lipid ani protein, ale deoxyribonukleová kyselina – DNA. Se svým týmem tak v roce 1944 prohlásili, že DNA je odpovědná za přenášení genetické informace. V té době, ještě tato myšlenka nebyla akceptována. [volně podle 21]

Po prohlášení o DNA se spousta vědců začala zabývat nukleovými kyselinami. V padesátých letech už věděli, že se skládají ze sacharidu, kyseliny fosforečné a dusíkatých bází.

28. března 1953 James Watson a Francis Crick ve spolupráci s Mauricem Wilkinsem a Rosalindou Franklin poprvé odhalili chemickou strukturu DNA. Vypracovali model DNA. Za tento objev dostali v roce 1962 Watson, Crick a Wilkins Nobelovu cenu za fyziologii a

lékařství. R. Franclin se kvůli tragickému úmrtí tohoto ocenění nedočkala. [volně podle 19, 21]

3.4.5 DNA v kriminalistice

Počátky užití analýzy DNA k řešení kriminálních případů spadají teprve k roku 1986. Poprvé se zde použila tzv. Jeffreysova metoda. [19]

Alec Jeffreys byl britský genetik a v roce 1984 vypracoval metodu vizuální identifikace těch označených fragmentů, které obsahují hledané sekvence DNA. Tato metoda je známá pod termínem „DNA Fingerprinting“. Původně byla vyvinuta pro zjišťování genetických chorob, které by pak bylo možné s předstihem léčit.

V roce 1986 byla tedy Jeffreysova metoda poprvé použita pro kriminalistické účely. Jednalo se o vyšetřování dvou vražd 15letých dívek, které byly zavražděné a znásilněné během tří let. Ze spermatu Jeffreys vyseparoval DNA a pomocí metody „fingerprinting“ přišel na to, že se jedná o stejného pachatele. Později byl pachatel dopaden a usvědčen srovnáním DNA z jeho krve a DNA vyseparované ze spermatu. Metodu analýzy DNA, po tomto úspěšně vyřešeném případě, rychle začaly využívat i další země. [volně podle 6, 19]

V České republice byla poprvé uplatněna a soudem akceptovaná analýza DNA v roce 1992. Jednalo se o usvědčení vraha 19leté studentky pedagogické fakulty MU v Brně, Jany Krkoškové, která byla zavražděna v roce 1990 na dámském WC. Pachatel se poranil při útoku nožem na oběť a jeho krev kriminalisté zajistili. Museli ovšem dokázat, že krev nepatří oběti. Kriminalisté usvědčili pachatele díky analýze DNA, kterou provedl Doc. RNDr. V. Ferák, CSc. na Univerzitě Komenského v Bratislavě. [zpracováno podle 31]

3.4.6 Analýza DNA

Počet možností uspořádání nukleotidů v DNA lidských buněk je velký. Prakticky je ale v 95 % délky řetězce u všech jedinců stejný a v pouhých 5 % existují variabilní místa. Nalezení úseků DNA, kde se vyskytují variabilní místa, bylo nejtěžším úkolem genetiky, aby tyto rozdíly v DNA mohly sloužit k identifikaci osob. [21]

Rozdíly v jednotlivých místech DNA jsou buď v určitém pořadí nukleotidů, nebo v délce nukleotidů. Tím, že vědci dokážou najít variabilní místa, umí zjistit z analýzy DNA, zda jsou osoby příbuzné, ověřit identitu jednotlivce nebo zjistit pohlaví jedince. [volně podle 6, 19]

Materiálem pro identifikační analýzu DNA může být jakákoli lidská buňka mimo červených krvinek, které DNA neobsahují. Materiálem může být krev, sperma, svalová tkáň, kost, zuby a další. Ve slinách, moči, nehtech, vlasech či potu je obsaženo malé množství DNA, přesto mohou tyto materiály posloužit k identifikaci osoby. Kriminalisté nejčastěji jako srovnávací vzorek odebírají DNA stěrem slin z vnitřní strany tvářové sliznice, tzv. bukální stěr, pomocí vatového tampónku. Odběr vzorku tímto způsobem je snadný a zcela bezbolestný, navíc DNA vydrží po vyschnutí v bukálním stěru i několik let. [volně podle 6, 19, 21]

Prvním krokem analýzy DNA je izolace samotné DNA. Buněčný materiál je podroben různým chemickým či fyzikálním pokusům, aby byly odstraněny nežádoucí složky např. bílkoviny. [volně podle 6] Výsledkem je získání DNA ve stavu, kdy je schopna další analýzy různými metodami, s kterými se ale dál nebude tato práce zabývat.

Metoda analýzy DNA je nejdokonalejší metodou identifikace člověka. DNA je velice stabilní, je stejná ve všech buňkách daného jedince a zachovává se v nedegradovaném stavu velmi dlouho, dokonce několik století. [6]

3.5 Kvalitativní analýza

Kvalitativní anorganická analýza slouží k důkazu anorganických iontů pomocí srážecích, komplexotvorných a oxido-redukčních reakcí. Při reakci dokazovaného iontu s vhodným činidlem mohou vznikat barevné či bílé sraženiny, barevné komplexy a barevné produkty redoxních reakcí. [23] Dokazování jednotlivých vzorků iontů je jednoduché, ale je třeba znát chemické reakce. Navíc je potřeba logického myšlení a částečně detektivního přístupu, protože neexistuje univerzální postup identifikace a důkazu, který by se dal použít pro všechny vzorky. [22]

Velmi jednoduchou úlohou jsou důkazy kationtů a aniontů srážecími reakcemi za použití skupinových činidel. Reakce lze provádět ve zkumavkách, na tečkovací destičce nebo v případě barevných reakcí na filtračním papíře.

3.5.1 Postup při dokazování kationtů v roztocích

Ve vzorku se nachází jen jeden hledaný kation, tedy nebudeme používat žádné dělicí nebo maskovací postupy. Postup je více zjednodušený a přizpůsobený žákům na středních školách podle studijních materiálů [29]. Žáky upozorníme, že jednotlivé připravené vzorky si musí rozdělit do několika jiných zkumavek, aby neprováděli reakce přímo v daném vzorku, vzorek by si tím zničili.

A. Orientační zkoušky

Barevný vzorek: modrý (Cu^{2+}), zelený (Ni^{2+})

pH reakce: (test univerzálním indikátorovým papírkem)

kyselé roztok – hydrolyzující soli (Sb^{3+} , Sn^{2+})

Plamenová zkouška: (vyčištěný platinový nebo měděný drátek) – (Obr. 25 - Obr. 29)

Intenzivní žluté zabarvení (Na^+)

Červené zabarvení (Sr^{2+} , Ca^{2+})

Zelené zabarvení (Ba^{2+})

Slabě fialové zabarvení (K^+)



Obr. 25: Sodík [37]

Obr. 26: Stroncium [36]

Obr. 27: Vápník [36]

Obr. 28: Bárium [36]

Obr. 29: Draslík [37]

Barvy plamene při plamenových zkouškách

Orientační zkoušky poskytují pouze určité vodítko. Kation ve vzorku musíme ještě dokázat specifickými reakcemi.

Pokud orientační zkoušky neposkytly žádné vodítko, je nutné postupovat pomocí selektivních reakcí. Selektivní reakce musí jít popořadě tak, jak jsou uvedeny v textu! Pokud není uvedeno jinak, na každou selektivní reakci analyzujeme vždy nový vzorek.

B. Selektivní reakce kationtů**B1. Selektivní reakce kationtů I. třídy – reakce se zřed. HCl**

bílá sraženina – Ag^+ , Pb^{2+}

B1.1. Specifické reakce kationtů I. třídy:

$\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-}$ - červenohnědá sraženina

$\text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-}$ - žlutá sraženina

$\text{Pb}^{2+} + \text{I}^-$ - žlutá sraženina, rozpouští se v horké vodě

Pokud reakcí vzorku s HCl nevznikla sraženina, přidáme do téže zkumavky jeden kousek Na_2S . Roztok musí být kyselý.

B2. Selektivní reakce kationtů II. třídy – reakce s S^{2-} ionty v kys. prostředí

tmavá sraženina – Cu^{2+} , Sn^{2+}

světlá sraženina, ale ztmavne – Hg^{2+}

žlutá sraženina – Cd^{2+}

oranžová sraženina – Sb^{3+}

Pokud se ve zkumavce vyskytují světlé sraženinky či zákaly, jsou způsobeny rozkladem Na_2S a nemají pro analýzu žádný význam.

B2.1. Specifické reakce kationtů II. třídy:

$\text{Cu}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ - hnědá sraženina

$\text{Cu}^{2+} + \text{NH}_3$ – modrá sraženina rozpustná v nadbytku NH_3 na modrý roztok

Sn^{2+} (okysel. HCl) + Zn – vylučuje se šedý cín

$\text{Hg}^{2+} + \text{I}^-$ - červená sraženina rozpustná v nadbytku I^-

$\text{Hg}^{2+} + \text{OH}^-$ - nažloutlá sraženina

$\text{Cd}^{2+} + \text{S}^{2-}$ - žlutá sraženina

$\text{Sb}^{3+} + \text{S}^{2-}$ - oranžová sraženina

Pokud reakcí s S^{2-} ionty v kyselém prostředí nevznikla sraženina, přidáme do nové části vzorku jeden kousek Na_2S . Roztok musí být neutrální nebo slabě alkalický.

B3. Selektivní reakce kationtů III. třídy – reakce s S^{2-} ionty v neutrální nebo slabě zásaditém prostředí

tmavá sraženina – Ni^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}

bílá sraženina – Zn^{2+}

Železnaté soli na vzduchu oxidují, a proto vzorek obsahuje vždy směs obou oxidačních stupňů iontů železa.

B3.1. Specifické reakce kationtů III. třídy:

$\text{Ni}^{2+} + \text{NH}_3$ – zelená sraženina rozpustná v nadbytku NH_3 na modrý roztok

$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^-$ - červený komplex

$\text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ - modrá sraženina

$\text{Zn}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ - bílá sraženina

Pokud ani při reakci s S^{2-} ionty v neutrálním či slabě alkalickém prostředí nevznikla sraženina, přidá se do nové části analyzovaného vzorku roztok $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

B4. Selektivní reakce kationtů IV. třídy – reakce s uhličitanovými ionty

bílá sraženina – Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}

B4.1. Specifické reakce kationtů IV. třídy:

Ca^{2+} + kys. šťavelová – bílá sraženina

Sr^{2+} + CrO_4^{2-} - světle žlutá sraženina

Ba^{2+} + CrO_4^{2-} - žlutá sraženina

Ba^{2+} + zřed. H_2SO_4 – bílá sraženina

Pokud se vzorek nesráží s žádným z výše uvedených činidel, jedná se o kation V. třídy.

B5. Kationty V. třídy

kationty Na^+ , K^+ , NH_4^+

B5.1. Specifické reakce kationtů V. třídy:

NH_4^+ + Nesslerovo činidlo⁶ – hnědá až hnědooranžová sraženina

K^+ + pár kapek ethanolu + HClO_4 – bílá krystalická sraženina

Na^+ - zkouška plamenem v případě negativních reakcí NH_4^+ , K^+

3.5.2 Postup při dokazování aniontů v roztocích

Ve vzorku se nachází jen jeden hledaný anion, tedy nebudeme používat žádné dělicí nebo maskovací postupy. Postup je více zjednodušený a přizpůsobený žákům na středních školách podle skript [26]. Žáky upozorníme, že nesmí provádět reakce přímo v daném vzorku, vzorek by si tím zničili.

C. Orientační zkoušky

Barevný vzorek: žlutý (CrO_4^{2-} , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$)

oranžový ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)

žlutozelený ($[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$)

pH reakce: (test univerzálním indikátorovým papírkem)

zásaditý roztok – hydrolyzující soli (CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-})

neutrální roztok – soli silných kyselin a zásad (SO_4^{2-} , Cl^- , I^- , NO_3^- , ClO_3^-)

⁶ Nesslerovo činidlo: pár kapek Hg^{2+} + KI do rozpuštění sraženiny + pár kapek NaOH

Orientační zkoušky poskytují pouze určité vodítko. Anion ve vzorku musíme ještě dokázat specifickými reakcemi.

Pokud podle orientační zkoušky nezjistíme, o který anion se jedná, je nutné postupovat pomocí selektivních reakcí pro anionty.

D. Selektivní reakce aniontů

D1. Anionty I. třídy – vzorek poskytuje sraženiny s AgNO_3 a $\text{Ba(NO}_3)_2$

Tabulka 2: Anionty I. třídy

Aniont I. třídy	Reakce s Ag^+ ionty	Reakce s Ba^{2+} ionty
SO_4^{2-}	bílá sraženina	bílá sraženina
SO_3^{2-}	bílá sraženina, varem ztmavne	bílá sraženina
CrO_4^{2-} $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	červenohnědá sraženina	žlutá sraženina
CO_3^{2-}	nažloutlá sraženina, varem ztmavne	bílá sraženina

D1.1. Specifické reakce aniontů I. třídy:

$\text{SO}_4^{2-} + \text{Pb}^{2+}$ (octan) – bílá sraženina rozpustná za tepla v NaOH

$\text{SO}_3^{2-} + \text{zřed. H}_2\text{SO}_4$ – vzniká SO_2 dokazatelný čichem

$\text{CrO}_4^{2-} + \text{Pb}^{2+}$ - žlutá sraženina

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Pb}^{2+}$ - žlutá sraženina

$\text{CO}_3^{2-} + \text{Hg}^{2+}$ - červenohnědá sraženina

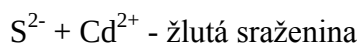
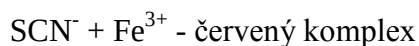
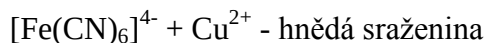
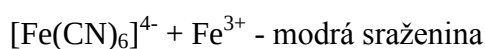
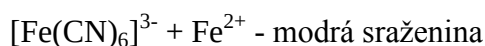
Pokud vzorek nereaguje s dusičnanem barnatým, jedná se o anion II. třídy.

D2. Anionty II. třídy – vzorek poskytuje sraženinu s AgNO_3

Tabulka 3: Anionty II. třídy

Aniont II. třídy	Reakce s Ag^+ ionty
Cl^-	bílá sraženina snadno rozp. v NH_4OH
I^-	žlutá sraženina
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	červenohnědá sraženina snadno rozp. v NH_4OH
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	bílá sraženina nerozp. v NH_4OH
SCN^-	bílá sraženina
S^{2-}	černá sraženina

D2.1. Specifické reakce aniontů II. třídy:

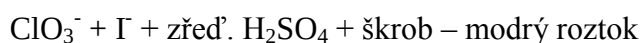


Pokud vzorek nereaguje s žádným činidlem, jedná se o anion III. třídy.

D3. Anionty III. třídy – vzorek neposkytuje sraženinu ani s AgNO_3 ani $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

anionty (NO_3^- , ClO_3^-)

D3.1. Specifické reakce kationtů III. třídy:



- pokud reakce je negativní, jedná se o anion NO_3^-

4 Praktická část

V praktické části je rozpracován návrh projektu, pracovní listy a protokoly k laboratorním pracím včetně autorského řešení pro učitele. Materiály určené pro žáky se nachází v kapitole Přílohy (str. 77)

4.1 Projekt – Staň se detektivem

Hlavním cílem diplomové práce je vytvořit školní projekt pro žáky středních škol na téma „Staň se detektivem“. Při zahájení konkrétního projektu by žáci už měli být seznámeni s veškerými metodami snímání otisků prstů, měli by dokázat izolovat DNA z potravin a kvantitativní analýzou určit neznámou látku.

Pro učitele a žáky je připraven kriminalistický příběh v několika úlohách, kde je cílem žáků určit pachatele. Jedná se v podstatě o pátrací logickou hru, kdy mohou žáci postupovat dál pouze tehdy, když vyřeší úlohu předtím. Vždy v další úloze je navíc indicie, tedy nápověda pro žáky, která jim pomůže vypátrat pachatele. Název kriminalistického příběhu je Vyšetřování ztráty třídní knihy. V této kapitole se nachází materiály pro učitele, metodické návody a poznámky spolu s autorským řešením úloh, které jsou vyznačeny červeným písmem. Materiály pro žáky se nachází v kapitole Přílohy (str. 74).

4.1.1 Vyšetřování ztráty třídní knihy

Úloha č. 1

Dne 28. 4. byla na Základní škole v Praze odcizena třídní kniha. Pátou vyučovací hodinu probíhalo na celé škole požární cvičení, při kterém byli všichni žáci i učitelé cvičně evakuováni před školu. Žáci VIII. A třídy byli odvedeni ze své třídy svoji třídní učitelkou, paní Mgr. Malíkovou. Paní učitelka třídu za žáky zamkla spolu s jejich věcmi i třídní knihou a odešla spolu se svojí třídou před školu. Po návratu do třídy nebyla třídní kniha na místě a ani nikde jinde k nalezení. Požární cvičení trvalo cca 30 minut. Ve třídě, nyní na místě činu, bylo nalezeno několik důkazů. Jedná se o sklenici na pití, která zůstala ve třídě na katedře pravděpodobně zapomenuta pachatelem. Dále detektivové na katedře našli kancelářský papír s textem a na zemi byla zajištěna směs látek, které pravděpodobně upadly z boty pachatele.

Úkol č. 1: Zajistěte daktyloskopické stopy na sklenici (důkazový materiál č. 1) některou z metod určených pro snímání otisků prstů ze sklenice. Otisky zdokumentujte fotoaparátem.

Před zadáním prvního úkolu si musíte připravit několik skleniček, mohou být i skleněné Petriho misky. Otisky aplikujte na několika místech skleničky. Poté skleničku uschovejte v kancelářské folii, jako důkazový materiál.

V tuto chvíli jste zadali žákům první úkol. Jakmile žáci otisky úspěšně sejmou ze sklenice, tak je musí vyfotografovat, a to co nejlépe a nejvíce zblízka. Fotografie lze pak upravit v editorech obrázků Paint.NET⁷ nebo v Gimp⁸. Jakmile úkol žáci splní, předejte jim obálku s dalším úkolem a indicií.

Úloha č. 2

Indicie: Z laboratoře dorazila zpráva, že na sklenici nebyla přítomna žádná DNA. Detektivové na místě činu zjistili, že zámek ve třídě nebyl nijak vypáčen a zloděj dveře za sebou zamkl.

Úkol č. 2: Podívejte se na text na papíru a poté na něm zajistěte daktyloskopické stopy (důkazový materiál č. 2) některou z metod určených pro snímání otisků prstu z papíru. Otisky zdokumentujte fotoaparátem.

Na (Obr. 30) je připraven papír s textem. Otisky je nutné zvýraznit na papír až po vytištění, poté papír uschovejte v kancelářské folii jako důkazový materiál.

Sejmuté otisky žáci opět vyfotografují a upraví v editoru obrázků. Jakmile úkol splní, předejte žákům další obálku.

⁷ Odkaz ke stažení editoru obrázků Paint.NET (freeware) - <http://www.slunecnice.cz/sw/paint-net/>

⁸ Odkaz ke stažení editoru obrázků Gimp (freeware) - <http://www.instaluj.cz/the-gimp>

Freony

Co jsou to freony?

Deriváty uhlovodíků, v jejichž molekulách jsou na uhlíkový řetězec vázány převážně atomy chloru a fluoru nazýváme chlorfluorkarbony – označované CFC, pokud obsahují jen chlor, fluor a uhlík, nebo hydrofluorkarbony, označované HCFC, obsahují-li také vodíkové atomy.

Chemické vlastnosti:

- jsou sloučeniny velice stálé a nejsou toxické, nehořlavé

Historie:

Chlorfluorkarbony byly vyvinuty již v 30. letech pro firmu Du Pont (USA) a na trh uvedeny pod obchodním označením freony. Díky neobyčejné chemické stálosti, nehořlavosti, nízké toxicitě (jedovatosti) a příznivým fyzikálním parametrům uskutečnily ve 30. letech revoluci v technice chlazení. Není nadsázkou tvrdit, že lednička a mrazák jako běžné vybavení moderní domácnosti jsou jejich zásluhou. Praxe z 2. světové války, kdy pomocí freonů bylo preventivně rozprašováno DDT (insekticid-prostředek proti hmyzu) při bojích v džungli jim přisoudila ještě roli výborných a bezpečných vyháněčů sprejů.

Od poloviny 40. let umožnily chlorfluorkarbony též masovou výrobu sprejů, protože jsou nejlepšími známými hnacími plyny. Staly se také výchozími surovinami pro polymery odolnými korozivnímu prostředí, vysokým teplotám a záření a jsou využívány též jako hasiva, léčiva, maziva.

Použití:

- v chladicích zařízeních, hnací plyn, hasiva, léčiva a maziva
- tepelným rozkladem chlordifluormetanu se vyrábí tetrafluoretylen, který je základní surovinou pro výrobu vysoce rezistentních polymerů, známých pod obchodním označením Teflon

Problém s freony:

Největší potíž s freony tkví v tom, že obsahují chlór, který pozvolna vynášejí vysoko do atmosféry, až tam, kde se nachází ozonová vrstva. Chlór lačně reaguje s ozonem a způsobuje jeho rozklad. Tragedie je, že po použití první ozonové molekuly může každý atom chlóru tuto destrukční činnost opakovat až třicetisíckrát než je z atmosféry odstraněn. Přírodovědci a klimatologové nezastírají, že chlorované sloučeniny jsou produkovány i přirozenou cestou z hladiny oceánů. Není však čas na dohady, kolik procent poškození ozonové vrstvy má na svědomí příroda a kolik člověk.

Volání po okamžitém zastavení výroby freonů není nikterak nadsazené. Díky velké odolnosti a pomalému pohybu vzhůru v atmosféře ponese následky dnešní produkce a užívání freonů i příští generace.

Vážnost situace však vyjadřuje i celá řada mezinárodních konvencí, které byly na ochranu stratosférické ozonové vrstvy přijaty. Jde především o Vídeňskou dohodu z roku 1985, kterou podepsalo 21 států, Montrealský protokol, který v roce 1987 přijalo 24 států a který stanovuje konkrétní postup redukce výroby a spotřeby halogenových uhlovodíků. Londýnskou konferenci signatářů Montrealského protokolu z roku 1990, k níž se připojuje i tehdejší ČSFR. Londýnská konference reviduje a zpřísňuje přijatá opatření. Podle nich by předpokládaná redukce v užívání freonů vzhledem k roku 1985 měla být 20% v roce 1993, 50% v r. 1995, 85% v r. 1997. Po roce 2000 by mohly být freony užívány pouze v případech, kdy není jiná možnost, například ve zdravotnictví. Ne však déle než do roku 2040.

Úloha č. 3

Indicie: Máte k dispozici papírovou „databázi“ otisků prstů (Obr. 31 - Obr. 44).

Úkol č. 3: Vyfocené otisky prstů zpracujte v počítači a vytiskněte na papírovou a na průhlednou fólii. Poté k otisku přiřaďte otisk z databáze.

Databáze otisků bez číslování obrázku a ve velikosti určené pro tisk je k dispozici v kapitole Přílohy (str. 74). Je možné, aby si databázi vytvořili žáci sami. Úkol je potřeba pozměnit, pokud do databáze přidáme otisky prstů umístěných na důkazových materiálech. Možností, jak pozměnit úkol může být, že žáci budou mít k dispozici otisk přímo z databáze.

Otisky prstů jsou sejmuty pomocí daktyloskopické podušky Perfect Print⁹. Poduška je vyrobena z keramického materiálu. V materiálu jsou póry, kde se nachází daktyloskopický inkoust. Snímání otisků je jednoduché, rychlé a inkoust se velmi dobře odstraňuje z prstů. Otisky můžeme převádět na obyčejný kancelářský papír.

⁹ Daktyloskopické podušky je možné pořídit na stránce: http://www.elasbrno.cz/index_l=cs_t=8_k=5.html

Tabulka 4: Databáze otisků prstů (fotografie zmenšeny)



Obr. 31: Otisk č. 1



Obr. 32: Otisk č. 2



Obr. 33: Otisk č. 3



Obr. 34: Otisk č. 4



Obr. 35: Otisk č. 5



Obr. 36: Otisk č. 6



Obr. 37: Otisk č. 7



Obr. 38: Otisk č. 8



Obr. 39: Otisk č. 9



Obr. 40: Otisk č. 10



Obr. 41: Otisk č. 11



Obr. 42: Otisk č. 12



Obr. 43: Otisk č. 13



Obr. 44: Otisk č. 14

Úloha č. 4

Indicie: Při zkoumání otisků prstů jste dospěli k závěru, že otisk na sklenici je stejný jako otisk č. 4 a na papíru se nachází otisk č. 3. Otisk č. 4 patří panu školníkovi a otisk č. 3 patří paní učitelce Kolmanové, která učí ve třídě chemii.

Úkol č. 4: Chemicky analyzujte směs látek (2 látky), které byly odebrány na místě činu, jako důkazový materiál č. 3. Jakmile určíte obě látky, přemýšlejte, proč a jak se tyto látky dostaly na místo činu. Poté určete pachatele.

Látky jsou v pevném stavu. Učitelé mohou látky samy rozpustit a upozornit žáky, že látky byly předtím v pevném stavu nebo musí upozornit žáky, že látky je potřeba nejdříve rozpustit. Vybrány byly dvě látky, a to práškové železo (Fe) a síran vápenatý (CaSO_4). Obě tyto látky by neměly chybět v žádné školní laboratoři. Síran vápenatý je rozpustný ve vodě a železo ve zředěné kyselině chlorovodíkové. Obě látky se dají analyticky určit jednoduše, jen ve vzorku je potřeba hodně síranu vápenatého. Při velkém zředění se pak dokazuje těžce.

Železný prach a síran vápenatý neboli sádra se určitě nachází ve školníkově dílně. Tím, že otisky paní učitelky Kolmanové byly nalezeny na papíru, jen svědčí o tom, že referát si sama připravila pro žáky jako zajímavost. Proto je z důkazu už nyní jasné, že pachatelem je školník.

Pokud žáci určí správně pachatele, předejte jim poslední obálku. Pokud ne, nechejte je ještě přemýšlet, popřípadě jim trochu napovězte.

Poslední dopis

Blahopřeji! Rozluštili jste svoji první detektivní zápletku pomocí různých kriminalistických metod, které jsou staré i několik stovek let. Naučili jste se a zvládli spoustu věcí, a proto máte určité předpoklady zabývat se studiem chemie i dál!

A jak to všechno bylo?

Pan školník měl tento rok odejít do penze. Byl starý a paměť mu už tolik nesloužila. Když byl vyhlášen poplach, obcházel všechny třídy, zda tam někdo nezůstal. Ve třídě se mu trochu zamotala hlava a sedl si za katedru. Pochvíli se mu udělalo lépe, omyl si sklenici, co ležela na umyvadle a natočil si do ní vodu. Sklenici poté odložil na katedru a ze stolu si sbalil dokumenty o požárním cvičení. Nevšiml si ovšem, že spolu s dokumenty sbalil i třídní knihu.

Během vyšetřování se všichni učitelé i pan školník prohledávali celou školu. Pak si pan školník vzpomněl, že ve třídě byl a bral dokumentaci o požárním cvičení. Proto začal prohledávat i svoji dílnu. A co se nestalo? Třídní knihu našel. Rychle spěchal k panu řediteli a moc se omlouval, že si vůbec nevzpomněl, že tam ten den byl a omylem třídní knihu vzal. Vše se tedy vysvětlilo a pan ředitel dal panu školníkovi k důchodu malý dárek – prázdnou třídní knihu, jako vzpomínku na několik desítek let strávených ve škole.

4.2 Pracovní listy

Jedním z cílů diplomové práce je připravit materiály pro žáky tak, aby pochopili látku a projekt mohl být realizován na základě vlastních aktivních a „badatelských“ činností žáků, pracujících na řešení projektu. Tato kapitola obsahuje protokoly k jednotlivým chemickým pokusům k daktyloskopii, kvantitativní analýze a pracovní Materiály jsou vypracovány s autorským řešením pro učitele, materiály pro žáky se nachází v kapitole - Přílohy (str. 74). Pro zpracování pracovních listů byly využity následující odborné a didaktické publikace 4.2.1 - [6, 26, 28, 33]; 4.2.2 - [16, 24, 25, 27, 28, 34], 4.2.3 - [22, 23, 29]

4.2.1 Daktyloskopie – laboratorní práce

1. Snímání otisků prstů pomocí kovového prášku

Úkol: Sejměte otisky prstů ze skleněné nádoby pomocí práškového kovu

Chemikálie: Fe (prášek), Al (prášek), grafitový prášek

Pomůcky: miska na prášek, skleněná baňka nebo kádinka s otisky prstů, velmi jemný štětec, izolepa, papír, fotoaparát, rukavice

Postup: V rukavicích uchopíme skleněnou nádobu s otisky prstů. Jemným štětečkem nabere kovový nebo grafitový prach a opatrně nanese nebo nasype na skleněnou nádobu. Zbytek prachu opatrně odfoukneme. Izolepou sejmeme zviditelněný otisk a přilepíme na kancelářský papír. Otisky vyfotografujeme.

Zamyslete se a vyhledejte odpovědi na otázky:

Jaké další prášky se používaly v kriminalistice ke snímání otisků prstů?

mletý kovový hliník (argenterát), mosazné nebo bronzové prášky a grafit

Proč kovový prášek ulpívá na otisku prstů?

Vlastní daktyloskopickou stopu tvoří odparek potu, který má lepkavý charakter, proto na něm ulpívá kovový prach.

Zformulujte závěr experimentu:

Ze skla a velmi hladkých povrchů můžeme snímat otisky prstů pomocí železného prachu nebo dalších jemných kovových prášků či grafitového prachu.

2. Vyvolání otisků prstů pomocí par jódu

Úkol: Vyvolejte otisky prstů na papíru pomocí par jódu

Chemikálie: jód (krystalky)

Pomůcky: Erlenmayerova baňka se zátkou, papír s otisky prstů, lžička, trojnožka, síťka, kahan, fotoaparát, rukavice

Postup: Papír s otisky prstů srolujeme a vložíme do Erlenmayerovy baňky. Na dno baňky přidáme půl malé lžičky jódu a baňku zazátkujeme. **Pracujeme v digestoři!** Baňku postavíme na trojnožku se sítkou a zespoda velmi zlehka zahříváme, dokud jód nezačne sublimovat. Počkáme cca 10 minut. Poté papír vyjmeme z baňky pomocí pinzety. Na papír saháme pouze v rukavicích. Vyvolané otisky vyfotografujeme.

Zamyslete se a vyhledejte odpovědi na otázky:

Vysvětlete, proč se otisk prstů zviditelní párami jódu?

Páry jódu ulpívají na povrchu daktyloskopické stopy díky přitažlivým silám látek, které se ve stopě nacházejí – voda, tuk

Zformulujte závěr experimentu:

Daktyloskopické stopy zanechané na papíru můžeme vyvolat pomocí par jódu.

3. Vyvolání otisků prstů pomocí dusičnanu stříbrného

Úkol: Vyvolejte otisky prstů na papíru pomocí roztoku dusičnanu stříbrného

Chemikálie: dusičnan stříbrný (w = 5% roztok)

Pomůcky: kancelářský papír s otisky prstů, Petriho miska, štětec, horkovzdušná pistole, fotoaparát, rukavice

Postup: Papír s otisky prstů lehce potřeme pomocí štětce roztokem dusičnanu stříbrného. Papír necháme oschnout. Poté papír začneme zahřívát horkovzdušnou pistolí, velmi zlehka a pouze na 80 °C. Jakmile se otisky zviditelní, přestaneme, aby nám celý papír nezčernal. Na papír saháme pouze v rukavicích. Vyvolané otisky vyfotografujeme.

Zamyslete se a vyhledejte odpovědi na otázky:

Proč se otisk prstů zviditelní roztokem dusičnanu stříbrného?

Stříbrné ionty z roztoku reagují s chloridy, které se nacházejí v lidském potu. V otisku prstu tak tvoří daktyloskopickou stopu. Reakcí vzniklá sraženina chloridu stříbrného, která se pak vlivem světla rozpadá na chlor a koloidní stříbro (obsahuje elementární Ag a Ag₂O), které zvýrazní otisk prstu.

Zformulujte závěr experimentu:

Daktyloskopické stopy zanechané na papíru můžeme vyvolat pomocí roztoku dusičnanu stříbrného.

4. Vyvolání otisků prstů pomocí roztoku ninhydrinu

Úkol: Vyvolejte otisky prstů na papíru pomocí roztoku ninhydrinu

Chemikálie: roztok ninhydrinu v rozprašovači (0,1 g ninhydrinu, 50 cm³ ethanolu, 1,5 cm³ kyseliny octové w = 99%)

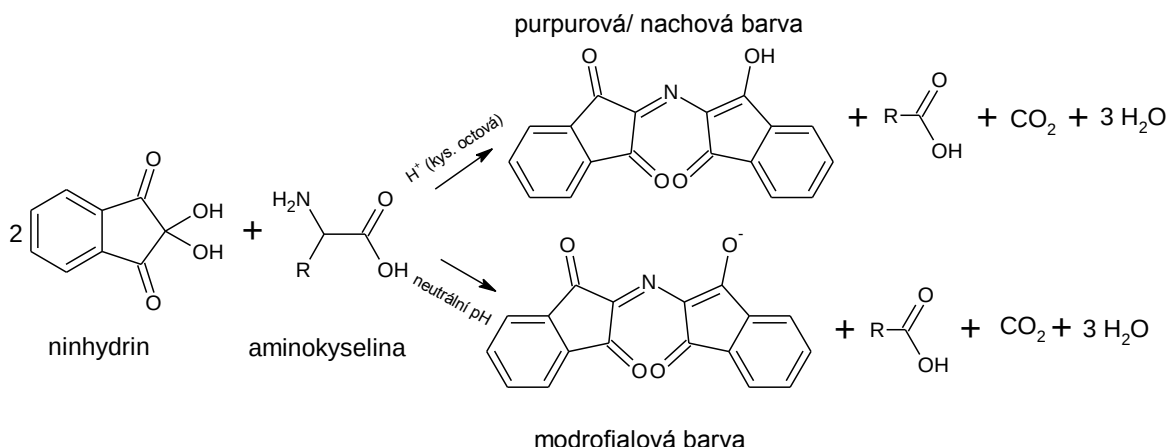
Pomůcky: papír s otisky prstů, horkovzdušná pistole, fotoaparát, rukavice

Postup: Pracujeme v digestoři! Papír s otisky prstů rovnoměrně postříkáme roztokem ninhydrinu. Papír necháme oschnout. Poté horkovzdušnou pistolí začneme papír zahřívát. Na papír saháme pouze v rukavicích. Vyvolané otisky vyfotografujeme.

Zamyslete se a vyhledejte odpovědi na otázky:

Vysvětlete, proč se otisk prstů zviditelní roztokem ninhydrinu?

Ninhydrin reaguje s aminokyselinami, které jsou obsaženy v lidském potu, tedy se zachytí na daktyloskopické stopě. Během reakce dojde nejprve k dekarboxylaci aminokyseliny, vzniklý amin pak podléhá oxidační deaminaci. Ninhydrin funguje jako oxidační činidlo a sám se přeměňuje na růžově (nachově) nebo modrofialově zbarvený produkt, záleží, zda je přítomna kyselina octová či ne. (Obr. 45)



Obr. 45: Reakce ninhydrinu s aminokyselinami v kyselém nebo neutrálním prostředí [zpracováno podle 16]

Zformulujte závěr experimentu:

Daktyloskopické stopy zanechané na papíru můžeme vyvolat pomocí roztoku ninhydrinu.

5. Vyvolání otisků prstů pomocí par kyanoakrylátu

Úkol: Vyvolejte otisky prstů na papíru pomocí par kyanoakrylátu

Chemikálie: vteřinové lepidlo, voda

Pomůcky: skleněná nádoba s otisky prstů, kancelářská fólie (euroobal, dokumentový obal), izolepa, varná konvice, kádinka, fotoaparát, rukavice

Postup: Pracujeme v digestoři! V rukavicích vezmeme skleněnou nádobu s otisky prstů a vložíme ji do průsvitné kancelářské fólie. Vedle skleněné nádoby nakapeme do fólie několik kapek vteřinového lepidla. Poté fólii uzavřeme pomocí izolepy s dostatkem vzduchu, aby se nám fólie neslepila. Ve varné konvici uvaříme vodu a nalijeme do kádinky. Uzavřenou fólii položíme nad páru z vody tak, abychom urychlili odpařování lepidla. Vyvolané otisky vyfotografujeme.

Zamyslete se a vyhledejte odpovědi na otázky:

Vysvětlete, proč se otisk prstů zviditelní párami kyanoakrylátu?

Páry kyanoakrylátu se vážou na jakékoli stopy vlhkosti. Daktyloskopická stopa je tvořena vodou, a proto se na ni vážou páry kyanoakrylátu. Lepidla jsou jednosložková lepidla na bázi monomerních esterů kyseliny 2-kyanoakrylové. V přítomnosti vody velice snadno

vulkanizují, tj. přeměňují se na vysokomolekulární polymery s nerozvětveným řetězcem. Při vazbě na stopy vlhkosti z otisku prstu tak otisk zbělá, nebo zešedne.

Zformulujte závěr experimentu:

Daktyloskopické stopy zanechané na skle můžeme vyvolat pomocí par kyanoakrylátu.

4.2.2 DNA

Pracovní list - DNA

1. *Najděte, kdy se poprvé použila v kriminalistice metoda analýzy DNA a o jaký případ se jednalo. Kdy byla tato metoda poprvé uplatněna v České Republice?*

Metoda analýzy DNA byla poprvé použita v roce 1986. Jednalo se o vyšetřování dvou vražd 15letých dívek, které byly zavražděné a znásilněné během tří let. Ze spermatu angličan Jeffreys vyseparoval DNA a pomocí metody „fingerprinting“ přišel na to, že se jedná o stejného pachatele. Později byl pachatel dopaden a usvědčen srovnáním DNA z jeho krve a DNA vyseparovaného ze spermatu.

V České republice byla poprvé uplatněna a soudem akceptována analýza DNA v roce 1992. Jednalo se o usvědčení vraha 19leté studentky pedagogické fakulty MU v Brně, která byla zavražděna v roce 1990 na dámském WC. Pachatel se poranil při útoku nožem na oběť a jeho krev kriminalisté zjistili. Museli ovšem dokázat, že krev nepatří oběti. Kriminalisté usvědčili pachatele díky analýze DNA, kterou provedl Doc. RNDr. V. Ferák, CSc. na Univerzitě Komenského v Bratislavě. [zpracováno podle 31]

2. *Jaké znáte detektivní seriály, kde se používá pro objasnění zločinu metoda analýzy DNA?*

Kriminálka Miami, Kriminálka Las Vegas, Kriminálka New York

Kriminálka Anděl, Policisté z města

3. *Chemický pokus [zpracováno podle 35]*

Úkol: Izolujte DNA ze šťávy z kiwi a banánu. Popište výsledek reakce.

Přírodní materiál: kiwi, banán

Chemikálie: 10 cm³ šampónu (obsahující EDTA) nebo jaru, 0,1 g NaCl, 30 cm³ destilované vody, 20 cm³ podchlazeného ethanolu (na teplotu 0 °C)

Pomůcky: filtrační papír, třecí miska s tloučkem, kádinky, nálevka, zkumavky, stojan, držák, svorka

Postup: Kiwi nebo banán rozmělníme v třecí misce s tloučkem na kaši. V kádince se 30 cm³ destilované vody rozpustíme 0,1 g NaCl a 10 cm³ šampónu (nebo jaru). Tento roztok přidáme ke kašovité hmotě přírodního materiálu. Směs promícháme a necháme 10 minut odstát. Připravíme si filtrační aparaturu. Přes filtrační papír přefiltrujeme směs. Filtrát rozlijeme do pěti zkumavek cca po 1 cm³. Do každé zkumavky přidáme 4 cm³ podchlazeného ethanolu (vychlazeného v mrazáku). Necháme asi 10 minut odstát.

Pozorování:

Mezi vrstvou filtrátu a podchlazeného ethanolu se vytvořila bílá vláknitá sraženina.



Obr. 46: Izolovaná DNA

Vysvětlení:

DNA se nachází v jádře buňky a od okolního prostředí je oddělena fosfolipidovými membránami. Molekula DNA je kyselina, tedy nese náboj, a tudíž je rozpustná ve vodě. Může být z vodného roztoku vysrážena ethanolom. Detergenty obsažené v šampónu proděraví a vysráží buněčnou membránu kiwi nebo banánu i s některými proteiny. EDTA (ethylendiamintetraoctová kyselina) inhibuje proteiny, které obsahují kovy a jsou schopny DNA poškodit. EDTA se vyskytuje v šampónech a v různých čisticích prostředcích kvůli

zlepšení jejich stability na vzduchu. [přeloženo z 27] Sůl se přidává k zachování osmotického tlaku roztoku.

Filtrací se odstraní všechny látky, které jsou nerozpustné ve vodě. Podchlazený ethanol díky nízké teplotě se příliš nemísí s vodou. DNA se vysráží a vyplave do horní ethanolové fáze, kde je nerozpustná. Některé složky buňky se chovají podobně jako DNA, a tak je izolujeme zároveň s DNA.

Vysvětlete a najděte odpovědi na otázky:

Jaké jsou rozdíly mezi strukturou DNA a RNA?

DNA

- dvouřetězcová
- 2-deoxyribosa
- adenin, guanin, cytosin, thymin

RNA

- jednořetězcová
- ribosa
- adenin, guanin, cytosin, uracil

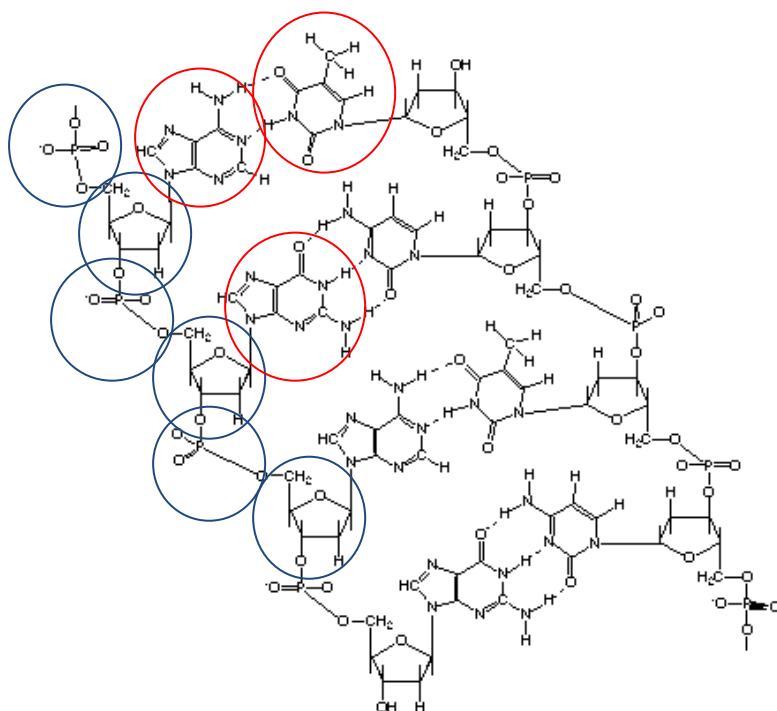
Kde se využívá izolace DNA? Najděte aspoň 3 obory.

V kriminalistice, lékařství, genetice

Zformulujte závěr z experimentu:

Z přírodního materiálu jsme izolovali DNA pomocí EDTA, vody a ethanolu.

4. Na obrázku je úsek DNA. Modře vyznačte, které stavební jednotky se v DNA neustále opakují, a červeně ty, které se mění.



Obr. 47: DNA [upraveno podle 32]

5. Doplňte chybějící slova do textu:

sacharid nukleotid dusíkatá fosforečná nukleosid

V předchozím příkladu jsme zvýraznili zbytek molekuly kyseliny fosforečné, zbytek molekuly sacharidu (modrou barvou) a molekuly dusíkatých bází (červenou barvou). Dohromady tyto jednotky tvoří nukleotid. Pokud molekula neobsahuje kyselinu fosforečnou, jedná se o nukleosid.

6. Pospojte, co k sobě logicky náleží

cytosin	thymin
adenin	2-deoxyribosa
DNA	guanin
uracil	adenin
kyselina	ribosa
RNA	fosforečná

7. V předchozím cvičení jsme pospojovali také dusíkaté báze. Které to jsou?
Které z nich se vyskytují v DNA a které v RNA, v případě v obou?

Cytosin – RNA i DNA

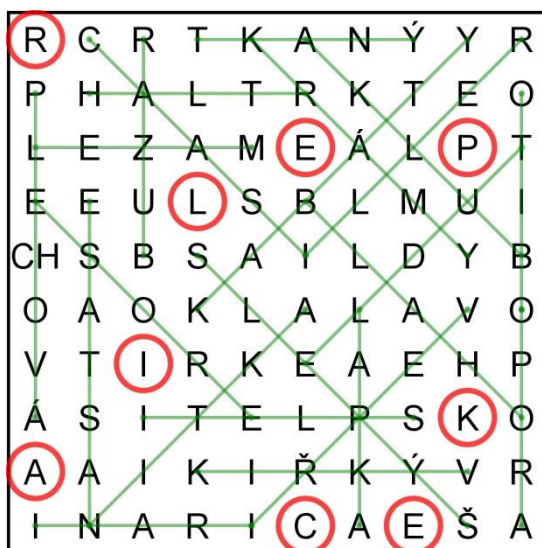
Adenin – RNA i DNA

Uracil - RNA

Thymin - DNA

Guanin – RNA i DNA

8. DNA by nebyla tak významná, pokud by se její informace nepřepisovala, nejprve do nukleotidů DNA, poté z DNA do pořadí nukleotidů RNA (transkripce) a poté do z RNA do sekvence aminokyselin (translace). Termín pro přepis z DNA do DNA naleznete po vylustění osmisměrky.



Obr. 48: Osmisměrka

BLAHO	ILLER	LAPKA	OPORA	TUDLE
BULKA	INARI	MAZEL	PLECHOVÁ	VEPŘI
BUZAR	ISAAC	NASTASE	SLEPÝŠ	VÝKŘIK
EROSE	KABÁTY	NITKA	SPLETI	
HALTR	KRÁMY	OBITO	TKANÝ	

[zpracováno v programu CwdStudio¹⁰]

¹⁰ Odkaz ke stažení programu CwdStudio 1.0.20 (Demo verzi) - <http://www.slunecnice.cz/sw/cwdstudio/>

9. Ze cvičení 5 napište, jak se párují báze při replikaci a jak při transkripci,
Dále přepište následující pořadí nukleotidů DNA do pořadí nukleotidů
DNA: (5')CCGTATAGCCG(3')

(3')GGCATATCGGC(5')

10. Uvědomte si rozdíl mezi párováním bází u replikace a transkripce.
Příklad ze cvičení 9 přepište do pořadí nukleotidu RNA.

(3')GGCAUAUCGGC(5')

4.2.3 Kvalitativní analýza – laboratorní práce

1. Kvalitativní analýza kationtů

Úkol: Pomocí kvalitativní analýzy určete, jaké kationty se nachází v jednotlivých zkumavkách.

Chemikálie: 5 zkumavek se vzorky roztoků (Ag^+ např. AgNO_3 , Cu^{2+} např. CuSO_4 , Fe^{3+} např. FeCl_3 , Ba^{2+} např. BaCl_2 , NH_4^+ např. NH_4NO_3), dále: zřed. HCl ($w = 10\%$), Na_2S (s), NaOH (s), Na_2CO_3 ($w = 5\%$), zřed. NH_3 ($w = 10\%$), $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (aq.), SCN^- (aq.), K_2CrO_4 (aq.), zřed. H_2SO_4 ($w = 10\%$), Nesslerovo činidlo, KI (aq.), Zn (s), kys. šťavelová (s), ethanol, zřed. HClO_4 ($w = 10\%$)

Pomůcky: Zkumavky, kapátka, měděná spirála, kahan, sirky, tyčinky, lžička, lihový fix

Postup: Roztoky ve zkumavkách č. 1 – č. 5 postupně analyzujte podle přiloženého manuálu. Jednotlivé reakce si zapisujte. **S HCl , NH_3 a Na_2S pracujte v digestoři!**

Pozorování:

Roztok ve zkumavce č. 1 reaguje jako kation II. třídy, tedy sráží se s S^{2-} v kyselém prostředí. Vzniká tmavá sraženina. Může se jednat o kationty měďnaté nebo cínaté. Působením roztoku se Zn v kyselém prostředí neprobíhá žádná reakce. Reakcí roztoku s amoniakem vzniká modrá sraženina, která se postupně rozpouští. Tím je dokázána přítomnost měďnatých kationtů.

Roztok ve zkumavce č. 2 nereaguje s žádným činidlem, a proto je kationtem V. třídy. Roztok reaguje s Nesslerovým činidlem za vzniku světle hnědého až oranžového zabarvení. Tím je dokázána přítomnost amonných kationtů.

Roztok ve zkumavce č. 3 reaguje s kyselinou chlorovodíkovou, a proto se jedná o kation I. třídy. Vzniká bílá sraženina. Jedná se tedy buď o stříbrné, nebo o olovnaté kationty. Reakcí roztoku s chromanem vzniká červenohnědá sraženina. Tím je dokázána přítomnost stříbrných kationtů.

Roztok ve zkumavce č. 4 reaguje s uhličitany anionty. Jedná se kationty IV. třídy. Může se jednat o vápenaté, strontnaté nebo barnaté kationty. Roztok nereaguje kyselinou šťavelovou. Reakcí se zředěnou kyselinou sírovou vzniká bílá sraženina. Reakcí s chromanem vzniká žlutá sraženina. Tím je dokázáno, že se jedná o barnaté kationty.

Roztok ve zkumavce č. 5 reaguje jako kation III. třídy. Reakcí roztoku s S^{2-} ionty a přidáním NaOH vzniká tmavá (černá) sraženina. Pokud vzniká světlý zákal, nejedná se o žádný důkaz. Zákal je způsobený rozkladem sulfidu sodného. Reakce nevychází s práškovým sulfidem sodným, je třeba si připravit roztok. Může se jednat o nikelnaté, železnaté nebo železitě kationty. Roztok nereaguje s amoniakem. Roztok reaguje s SCN^- ionty za vzniku červeného zbarvení. Tím je dokázána přítomnost železitých kationtů.

V závěru shrňte výsledky:

Zkumavka č. 1 obsahuje kationty Cu^{2+}

Zkumavka č. 2 obsahuje kationty NH_4^+

Zkumavka č. 3 obsahuje kationty Ag^+

Zkumavka č. 4 obsahuje kationty Ba^{2+}

Zkumavka č. 5 obsahuje kationty Fe^{3+}

2. Kvalitativní analýza aniontů

Úkol: Pomocí kvalitativní analýzy určete, jaké anionty se nachází v jednotlivých zkumavkách.

Chemikálie: 3 zkumavky se vzorky roztoků (SO_4^{2-} např. $CaSO_4$, I^- např. KI , NO_3^- např. $NaNO_3$), dále: $AgNO_3$ (aq.), $Ba(NO_3)_2$ (aq.), Pb^{2+} (octan), zřed. NH_3 (w = 10%), zřed. H_2SO_4 (w = 10%), $FeCl_2$ (aq.), $FeCl_3$ (aq.), KI (aq.), $Pb(NO_3)_2$ (aq.)

Pomůcky: Zkumavky, kapátka, tyčinky, lžička, lihový fix

Postup: Roztoky ve zkumavkách č. 1 – č. 3 postupně analyzujte podle přiloženého manuálu. Jednotlivé reakce si zapisujte. **S amoniakem pracujte v digestoři!**

Pozorování:

Roztok ve zkumavce č. 1 reaguje s dusičnanem stříbrným a s dusičnanem barnatým za vzniku bílé sraženiny. Proto se jedná o anion I. třídy. Můžeme se domnívat, že se jedná o síranové nebo siřičitanové anionty. Přidáním octanu olovnatého do roztoku vzniká bílá sraženina. Tím jsme dokázali, že se jedná o sírové anionty.

Roztok ve zkumavce č. 2 reaguje jako anion II. třídy, a to pouze s dusičnanem stříbrným za vzniku světle žluté sraženiny. Může se jednat tedy o jodidové anionty. Reakcí roztoku

s dusičnanem olovnatým vzniká žlutá sraženina. Tím je dokázána přítomnost jodidových aniontů.

Roztok ve zkumavce č. 3 nereaguje s žádným činidlem, a proto se jedná o anion III. třídy. Jedná se o chlorečnanové nebo dusičnanové anionty. Roztok nereaguje s jodidem draselným a zředěnou kyselinou sírovou. Proto jsme dokázali, že se jedná o dusičnanové anionty.

V závěru shrňte výsledky:

Zkumavka č. 1 obsahuje anionty SO_4^{2-}

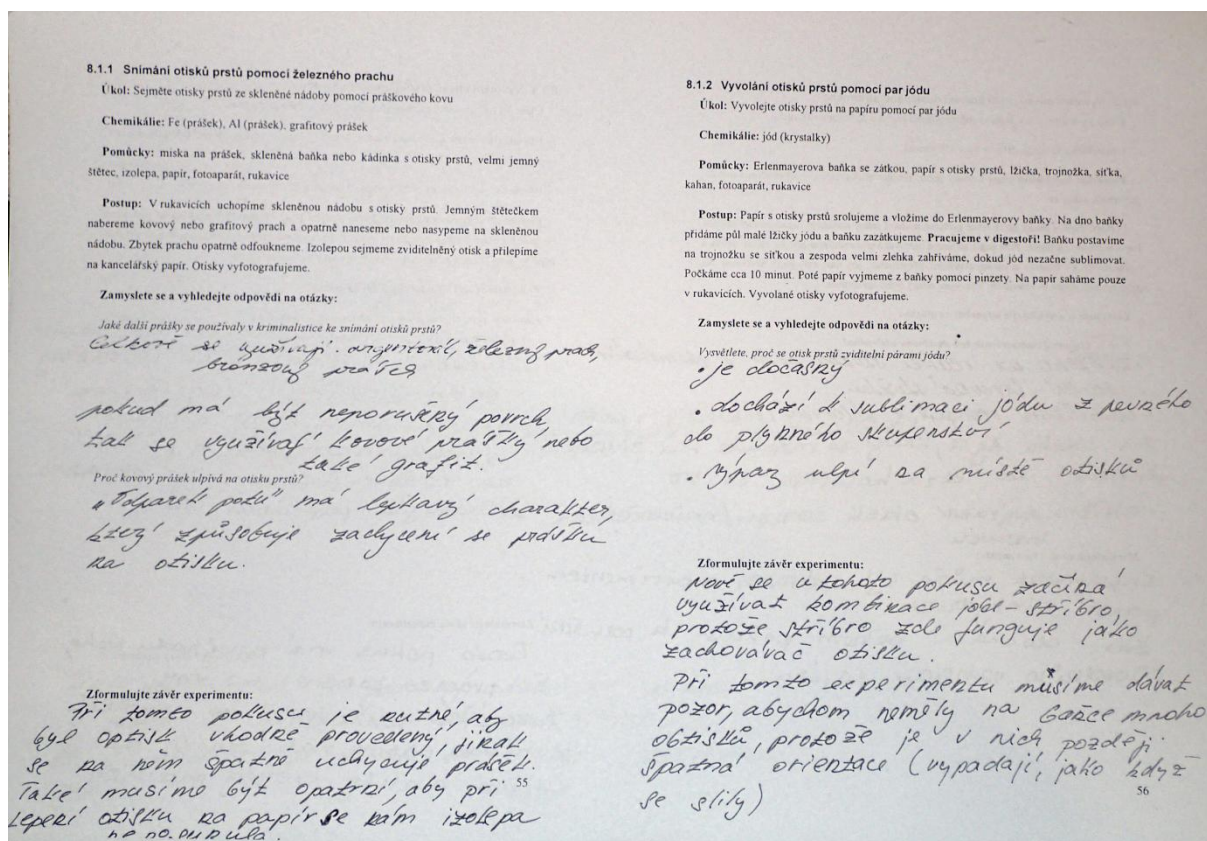
Zkumavka č. 2 obsahuje anionty I^-

Zkumavka č. 3 obsahuje anionty NO_3^-

5 Ověření projektu na SŠ

Dne 30. 4. 2013 byl převěřen projekt „Staň se detektivem“ se žáky z Gymnázia Omská. Projekt byl ověřen v laboratoři katedry Učitelství a didaktiky chemie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Projektu se zúčastnilo 13 žáků z 3. ročníků čtyřletého studia a 7. ročníků osmiletého studia. – viz (Obr. 57, Obr. 58) na str. 67

Projekt byl realizován ve dvou fázích. Dne 16. 4. proběhla první fáze v učebně chemie na Gymnázium Omská, kde byl žákům představen projekt „Staň se detektivem“. Během dvou vyučovacích hodin žáci pochopili a naučili se základní daktyloskopické principy, které si ihned v laboratoři vyzkoušeli. Za domácí úkol dostali žáci vypracovat pracovní listy k daktyloskopii (Obr. 49).



Obr. 49: Ukázka řešené části protokolu žákem

Dne 30. 4. 2013 byli žáci uvolněni z vyučování z důvodu projektového dne. Celý projekt trval 4 vyučovací hodiny. Žáci byli rozděleni do dvou skupin. První vyučovací hodinu byli žáci seznámeni s teorií kvalitativní analýzy, kterou si poté vyzkoušeli na neznámých vzorcích kationtů a aniontů. Žáci měli k dispozici protokoly, které měli v průběhu realizace analýzy vyplňovat (Obr. 50).

7. Kvalitativní analýza kationtů

Úkol: Pomocí kvalitativní analýzy určete, jaké kationty se nachází v jednotlivých zkumavkách.

Chemikálie: 5 zkumavek se vzorky roztoků, zřed. HCl ($w = 10\%$), Na_2S (s), NaOH (s), Na_2CO_3 ($w = 5\%$), zřed. NH_3 ($w = 10\%$), $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (aq.), SCN^- (aq.), K_2CrO_4 (aq.), zřed. H_2SO_4 ($w = 10\%$), Nesslerovo činidlo, KI (aq.), Zn (s), kys. šťavelová (s)

Pomůcky: Zkumavky, kapátka, měděná spirála, kahan, sirky, tyčinky, lžička, lihový fix

Postup: Roztoky ve zkumavkách č. 1 – č. 5 postupně analyzujte podle přiloženého manuálu. Jednotlivé reakce si zapisujte. S HCl, NH_3 a Na_2S pracujte v digestoři!

Pozorování:

K4

1. s HCl se roztok nerozkládá
2. pouze bílý zákal způsobený rozkladem Na_2S
3. žádná srážení
4. s K_2CO_3 vzniká bílá srážení
- specifické reakce:
 - ① s $\text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow$ žlutá srážení $\Rightarrow \text{Ba}^{2+}$ nebo Sr^{2+}
 - ② s H_2SO_4 bílá $\rightarrow$ bílá srážení $\Rightarrow \boxed{\text{Ba}^{2+}}$
 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$

K3

1. s HCl bílá srážení $\Rightarrow \text{Ag}^+$ nebo Pb^{2+}
- specifické re:
 - ① s $\text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow$ červenohnědá srážení $\Rightarrow \boxed{\text{Ag}^+}$

V závěru shrňte výsledky:

Proč K4 je Ba^{2+} , proč K3 je Ag^+ . Nejlepší je
rozpoznat reakce na společné tvary a poté jsme
je přesně určili pomocí specifických reakcí.

Obr. 50: Ukázka řešeného protokolu žákem

Během dalších dvou vyučovacích hodin byl samostatný projekt realizován. Žáci ve skupině samostatně řešili jednotlivé úlohy (Obr. 51 - Obr. 54). Na konci čtvrtého úkolu všichni žáci určili lupiče.



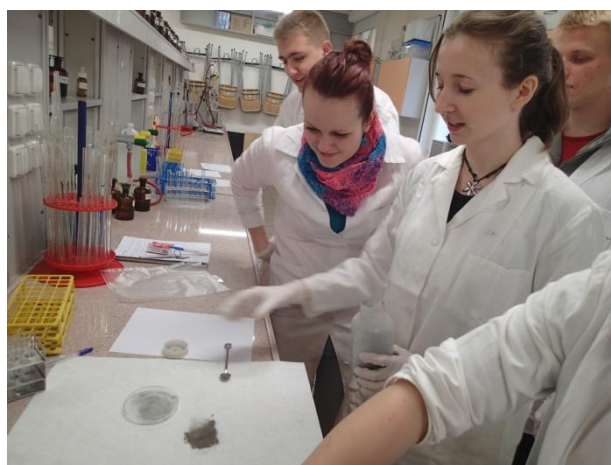
Obr. 51: Práce žáků při projektu - snímání otisků prstů



Obr. 52: Práce žáků při projektu - hledání v kartotéce otisků

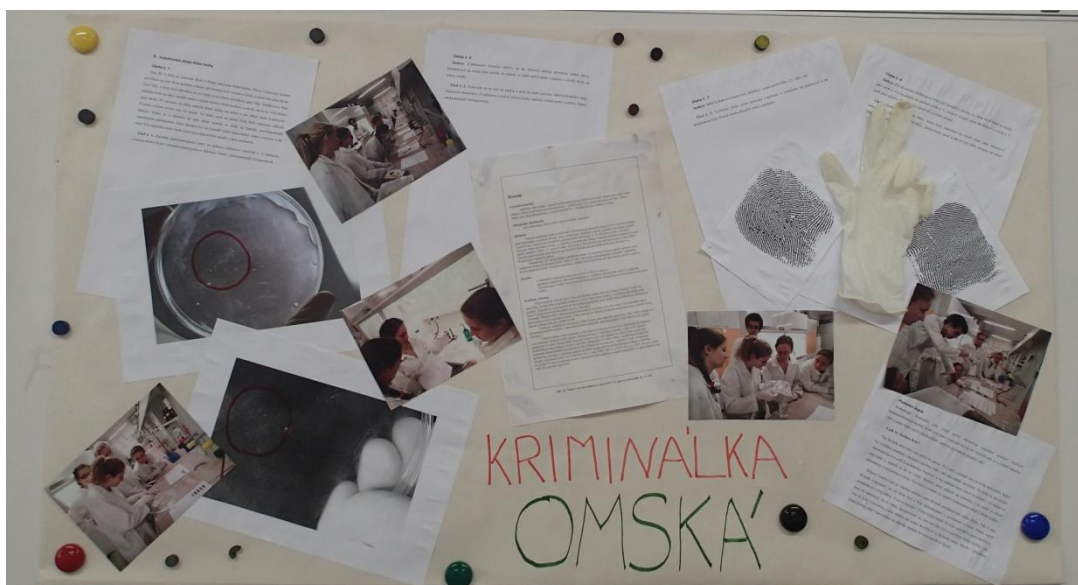


Obr. 53: Práce žáků při projektu - snímání otisků prstů

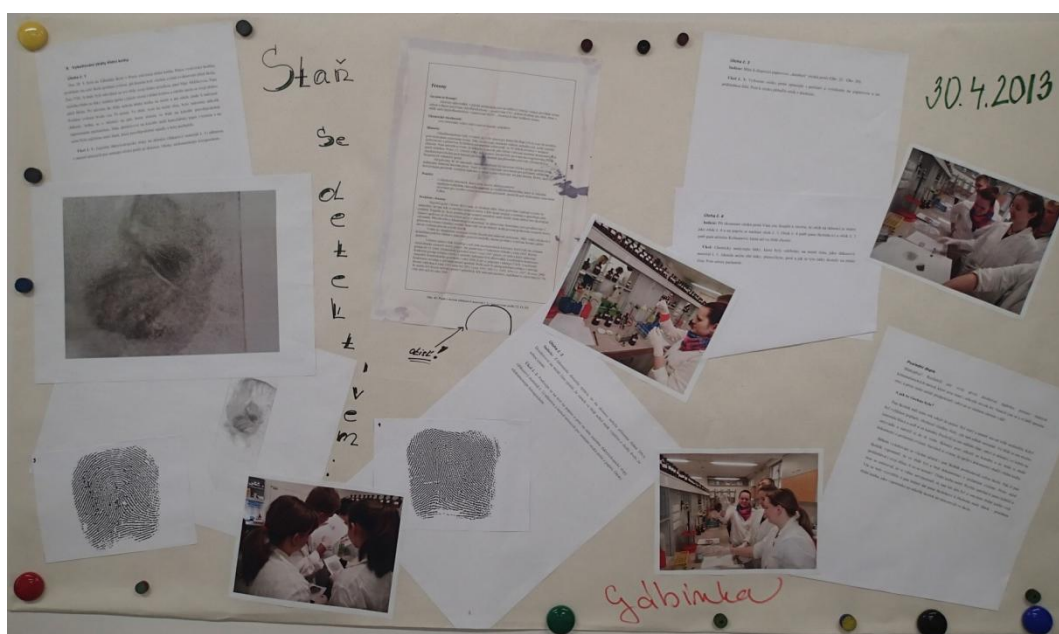


Obr. 54: Práce žáků při projektu - snímání otisků prstů

V poslední části projektu si každá skupina vytvořila plakát z projektového dne (Obr. 55, Obr. 56).



Obr. 55: Plakát první skupiny



Obr. 56: Plakát druhé skupiny

Všichni žáci poté zhodnotili celý projekt. Několik názorů žáků (v původní neupravené podobě):

„Projekt se mi moc líbil. Jako pro amatéra pro mě bylo moc zajímavé stát se na chvíli detektivem. Ale kdyby mi pokusů vyšlo víc, vůbec bych se nezlobila. ☺“

„Projekt byl zajímavý a bavil mě. Určitě bych si to zopakovala ještě jednou. Taký se mi líbilo, že jsme si při něm mohli prohlédnout prostory fakulty a pracovat ve zdejší laboratoři.“



Obr. 57: První skupina



Obr. 58: Druhá skupina

6 Diskuze

Jedním z cílů diplomové práce bylo připravit projekt pro žáky středních škol na téma „Staň se detektivem“. V poslední době se projektové vyučování dostalo opět do popředí mnohých cílů vzdělávání. V rámcových programech základních a středních škol je patrná snaha nedělit jednotlivé přírodovědné předměty od sebe, ale spojovat je, integrovat jako jeden společný obor. Ani v reálném světě lidé nepracují jen v jednom konkrétním oboru, ale většinou propojují více oborů současně. Tím se projektové vyučování stává nedílnou součástí školního života. Projekt shrnuje poznatky několika oborů a neklade důraz pouze na jeden konkrétní předmět. Navíc projektové vyučování umožňuje realizovat a rozvíjet klíčové kompetence.

Školní projekt se podařilo připravit podle dílčích cílů: je navržen tak, aby žáky zaujal již svým názvem. Projekt ale zaujme i formou, protože se jedná o pátrací logickou hru a pokud žáci nevyřeší daný úkol, nemohou řešit další problémy.

Materiály, jako pracovní listy a protokoly k laboratorním pracím, jsou připraveny pro učitele a žáky tak, aby bylo možné projekt realizovat na jakékoli střední škole, která má k dispozici alespoň základní chemické vybavení.

Nedílnou součástí projektu bylo i ověření projektu na střední škole. Ověření a realizace projektu se zúčastnilo celkem 13 žáků z Gymnázia Omská, Praha 10. Žáci byli rozděleni do dvou skupin. Každé skupině vycházely některé pokusy lépe, některé hůře. Obě skupiny ale nakonec dokázaly pachatele vypátrat. Všechny části logické hry žáci postupně zvládli, pouze v úloze č. 4 (str. 47) se nedařilo dokázat síran vápenatý. Při přípravě a zkouškách tohoto pokusu se mi reakce vždy vydařila, i když je pravda, že roztok s vápenatými kationty Ca^{2+} nebyl nikdy stoprocentně průkazný, proto je třeba tento úkol zaměnit a dát žákům dvě samostatné látky. Rozpuštěné železo v kyselině chlorovodíkové totiž zkresluje celý výsledek reakce. Opravené zadání by mělo být následující:

Úkol č. 4: Chemicky analyzujte dvě látky, které byly odebrány na místě činu, jako důkazový materiál č. 3. Jakmile určíte obě látky, přemýšlejte, proč a jak se tyto látky dostaly na místo činu. Poté určete pachatele.

Žákům se projekt velmi líbil, jen je mrzelo, že jim vše úplně nevycházelo. Zde je reakce žáka, na realizovaný projekt: *„Projekt byl velmi povedený. Je zajímavé zkusit si detektivní práci na vlastní kůži. Není to jako ve škole, kdy se vám nepovede sejmout otisk prstu, a můžete udělat nový. Vše se musí povést napoprvé. A navíc naučit se něco, když si člověk může danou*

látku zároveň vyzkoušet, je mnohem zábavnější a i se mi to lépe pamatuje. Děkujeme!“ Další reakce jsou součástí kapitoly Ověření projektu na SŠ.

Téma vědeckého pátrání je zajímavé a určitě tato práce nezůstane poslední.

7 Závěr

Teoretická část diplomové práce na úvod shrnuje historické momenty projektového vyučování a rovněž to, co zahrnuje pojem projektové vyučování je. Dále se v této části vysvětluje pojem forenzní analýza. V další kapitole se objevuje historie daktyloskopie a základní teorie k tomuto oboru. V posledních dvou částech je řešeno učivo, které s projektem souvisí, a to DNA a základy kvalitativní analýzy.

V praktické části je navržen projekt pro žáky středních škol na téma „Staň se detektivem“. Součástí praktické části jsou materiály jako pracovní listy a protokoly k laboratorním pracím obsahující řešení a metodické poznámky pro učitele. Pracovní listy mají za úkol žáky i učitele připravit na řešení projektu.

Experimentální část se zabývá ověřením projektu na střední škole. Ověřování a realizace projektu se zúčastnilo 13 žáků z 3. ročníků gymnázia. V této kapitole jsou zaznamenány i reakce žáků, které byly shromážděny ihned po realizaci projektu.

Součástí diplomové práce je i kapitola Přílohy, kde se nachází materiály určené žákům: pracovní listy, protokoly k laboratorním pracím, databáze otisků prstů k úloze a důkazový materiál.

Projekt na téma „Staň se detektivem“ se podařilo zrealizovat tak, jak byl navržen. Po ověření projektu bylo zjištěno, že úlohu č. 4 na (str. 47) projektu, je potřeba obměnit, a to tak, že se budou zkoumat obě hledané látky odděleně.

Cíle stanovené v úvodu diplomové práce byly splněny, žáci si z projektového dne odnesli plno zážitků a zkušeností. Doufám, že některé z nich uvidíme brzy jako studenty na Přírodovědecké fakultě.

8 Použitá a prostudovaná literatura

1. TOMKOVÁ, A. *Učíme v projektech*. Praha: Portál, 2009.
2. ŠULCOVÁ, R., PISKOVÁ, D. *Přírodovědné projekty pro gymnázia a střední školy*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2008.
3. VALIŠOVÁ, A., KASÍKOVÁ, H. *Pedagogika pro učitele*. Praha: Grada, 2007.
4. ALL ABOUT FORENSIS SCIENCE. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z URL <<http://www.all-about-forensic-science.com/definition-of-forensic-science.html>>
5. MUSIL, J. *Kriminalistika*. Praha: C. H. Beck, 2004.
6. RAK, R. *Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích*. Praha: Grada Publishing, 2008.
7. PORADA, V. *Kriminalistika (úvod, technika, taktika)*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2007.
8. FILLA, D. *Biometrie otisku prstu*. Diplomová práce, VUT v Brně, Ústav biomedicínského inženýrství, 2011.
9. MOSKALYK, A. *Dobrodružství kriminalistiky. 4. Díl – Otisk*. [DVD] Praha: České televize, 2012.
10. ČIHÁK, R. *Anatomie 3*. Praha: Grada Publishing, 2004.
11. ABRAHAM, P. *Lidské tělo. Atlas anatomie člověka*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2001.
12. STRAUS, J. *Úvod do kriminalistiky*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2004.
13. GEOCACHING. *Daktyloskopie*. [cit. 2012-05-12]. Dostupné z URL <http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?guid=061eb58e-b5de-40e2-9686-95e54ad6352a>
14. HUBPAGES. *Fingerprint Science Project for Kids*. [cit. 2012-05-12]. Dostupné z URL <http://leladavidson.hubpages.com/hub/Fingerprint_Science_Project_for_Kids>
15. McMURRY, J. *Organická chemie*. Brno: Vysoké učení technické, 2007.
16. KOLÁŘ, KODÍČEK. *Chemie II pro gymnázia (organická a biochemie)*. Praha: SPN, 1997.
17. KOOLMAN J, KLAUS-HEINRICH R. *Barevný atlas biochemie*. Praha: Grada, 2012.
18. TEPLÁ, MILADA. *Prezentace - translace*. [cit. 2013-26-02]. Dostupné z URL <<http://www.teplamilada.wz.cz/materialy.html#NA>>
19. KRIMINALISTIKA. *Genetika ve službách kriminalistiky*. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z URL <<http://kriminalistika.eu/dna/dna.html>>

20. STACH, J. *Kriminalistika a forenzní disciplíny*. Praha: Policejní akademie České Republiky, 2005.
21. DVOŘÁKOVÁ, P. *Využití metody DNA v kriminalistické praxi*. Diplomová práce, Masarykova Univerzita v Brně, Právnická fakulta, 2006.
22. NESMĚRÁK, K. *Chemik detektivem aneb pátrající analytik*. [cit. 2013-26-01]. Dostupné z URL
<<http://archiv.otevrena-veda.cz/users/Image/default/C1Kurzy/NH2006pdf/10.pdf>>
23. NESMĚRÁK, K. *Chemik detektivem aneb analytické experimenty vhodné pro výuku*. [cit. 2013-26-01]. Dostupné z URL: <<http://web.natur.cuni.cz/~nesmerak/>>
24. ČTRNÁCTOVÁ, H. *Učební úlohy v chemii*. Praha: Karolinum, Univerzita Karlova, 2009.
25. CHRÁSKA, M. *Didaktické testy: Příručka pro učitele a studenty učitelství*. 1. vydání. Brno: Paido, 1999.
26. ŠULCOVÁ, R., BÖHMOVÁ, H. *Zajímavé experimenty z chemie kolem nás*. Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta. Praha: UK, PřF., 2009. Dostupné z URL
<<http://rena.sulcova.sweb.cz/>>
27. ČÁRSKÝ, J. *Chemie pro III. ročník gymnázií*. Praha: SPN, 1986.
28. MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia. 1. – 3. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2005.
29. SIMON, V., DOLEŽAL, J. *Chemická analýza kvalitativní*. Praha: Univerzita Karlova, 1989.
30. EDTA. *Wikipedia - The free encyklopedia*. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z URL
<http://en.wikipedia.org/wiki/Ethylenediaminetetraacetic_acid>
31. PRAVDU. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z URL <<http://pravdu.cz/cr/prvni-vrazda-v-cr-objasnena-analyzou-dna>>
32. BIOLOGY KENYON. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z URL
<http://biology.kenyon.edu/courses/biol114/Chap01/Chapter_01b.html>
33. VACÍK a kol. *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN, 1999.
34. SCHINDLER, R. *Rukověť autora testovaných úloh*. Praha: CERMAT, 206.
35. GYMNÁZIUM VELKÉ MEZIŘÍČÍ. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z URL
<mail.gym.cz/people/homolova/vyuka/.../LP_14_izolace_DNA.docx>
36. FILEROVERS. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z URL
<http://firelovers.cz/clanky2.php?pod_sekce=855&sekce=8>

37. ZŠ NOVÝ JIČÍN, KOMENSKÉHO. [cit. 2013-01-05]. Dostupné z URL
<[http://www.komenskeho66.cz/materialy/chemie/WEB-
CHEMIE8/alkalickekovy.html](http://www.komenskeho66.cz/materialy/chemie/WEB-CHEMIE8/alkalickekovy.html)>

9 Seznam vlastních a převzatých obrázků

Všechny převzaté obrázky v této práci jsou využity pouze ke studijním a vzdělávacím účelům. Uvedené chemické vzorce byly vytvořeny v programu ACD/ChemSketch a osmisměrka byla vytvořena v programu CwdStudio.

9.1 Seznam vlastních obrázků

Obr. 2: Otisk prstů vyvolaný ze skla pomocí železného prachu	18
Obr. 3: Otisk prstu na papíru vyvolaný pomocí dusičnanu stříbrného	19
Obr. 4: Strukturní vzorec ninhydrinu	19
Obr. 5: Otisk prstu na papíru vyvolaný pomocí ninhydrinu	20
Obr. 6: Otisk prstu vyvolaný na papíru parami jódu	20
Obr. 7: Otisk prstu vyvolaný na skle parami kyanoakrylátu	21
Obr. 10: Daktyloskopické markanty	25
Obr. 11: Vzorce sacharidů nukleových kyselin	26
Obr. 12: Vzorce dusíkatých bází nukleových kyselin	26
Obr. 13: Vzorec kyseliny fosforečné	27
Obr. 14: Příklad nukleotidu v DNA	27
Obr. 15: Příklad nukleosidu v DNA	28
Obr. 16: Párování adeninu a thyminu	28
Obr. 17: Párování uracilu a adeninu	28
Obr. 18: Párování guaninu a cytosinu	28
Obr. 20: Jeden polymerní řetězec RNA	29
Obr. 21: Dvě polymerní vlákna DNA	29
Obr. 22: Schéma replikace	30
Obr. 23: Schéma transkripce	31
Obr. 30: Papír s textem (důkazový materiál č. 2)	43
Obr. 31: Otisk č. 1	45
Obr. 32: Otisk č. 2	45
Obr. 33: Otisk č. 3	45
Obr. 34: Otisk č. 4	45
Obr. 35: Otisk č. 5	45
Obr. 36: Otisk č. 6	45
Obr. 37: Otisk č. 7	46

Obr. 38: Otisk č. 8	46
Obr. 39: Otisk č. 9	46
Obr. 40: Otisk č. 10	46
Obr. 41: Otisk č. 11	46
Obr. 42: Otisk č. 12	46
Obr. 43: Otisk č. 13	47
Obr. 44: Otisk č. 14	47
Obr. 45: Reakce ninhydrinu s aminokyselinami v kyselém nebo neutrálním prostředí.....	52
Obr. 46: Izolovaná DNA	55
Obr. 48: Osmisměrka.....	58
Obr. 49: Ukázka řešené části protokolu žákem	63
Obr. 50: Ukázka řešeného protokolu žákem	64
Obr. 51: Práce žáků při projektu - snímání otisků prstů.....	65
Obr. 52: Práce žáku při projektu - hledání v kartotéce otisků	65
Obr. 53: Práce žáků při projektu - snímání otisků prstů.....	65
Obr. 54: Práce žáků při projektu - snímání otisků prstů.....	65
Obr. 55: Plakát první skupiny.....	66
Obr. 56: Plakát druhé skupiny	66
Obr. 57: První skupina.....	67
Obr. 58: Druhá skupina	67
Obr. 59: Papír s textem (důkazový materiál č. 2).....	92

9.2 Seznam převzatých obrázků

Obr. 1: Řez lidskou kůží [převzato a upraveno z 5]	15
Obr. 8: Otisk prstu s označeným vrcholem a bodem delta [převzato a upraveno ze 13]	22
Obr. 9: Základní daktyloskopické obrazce používané v Československu a poté i v ČR [převzato a upraveno z 14]	23
Obr. 19: Úsek DNA s pořadím nukleotidů 5'-konec - 3'-konec [zpracováno podle 17]	29
Obr. 24: Schéma translace [upraveno z 18]	32
Obr. 25: Sodík [37].....	36
Obr. 26: Stroncium [36].....	36
Obr. 27: Vápník [36]	36
Obr. 28: Bárium [36]	36

Obr. 29: Draslík [37]	36
Obr. 47: DNA [upraveno podle 32].....	57

10 Přílohy

V příloze se nachází materiály:

- Pracovní listy
- Protokoly
- Databáze otisků prstů k úkolu
- Důkazový materiál

1. Snímání otisků prstů pomocí kovového prachu

Úkol: Sejměte otisky prstů ze skleněné nádoby pomocí práškového kovu

Chemikálie: Fe (prášek), Al (prášek), grafitový prášek

Pomůcky: miska na prášek, skleněná baňka nebo kádinka s otisky prstů, velmi jemný štětec, izolepa, papír, fotoaparát, rukavice

Postup: V rukavicích uchopíme skleněnou nádobu s otisky prstů. Jemným štětečkem nabereme kovový nebo grafitový prach a opatrně naneseeme nebo nasypeme na skleněnou nádobu. Zbytek prachu opatrně odfoukneme. Izolepou sejmeme zviditelněný otisk a přilepíme na kancelářský papír. Otisky vyfotografujeme.

Zamyslete se a vyhledejte odpovědi na otázky:

Jaké další prášky se používaly v kriminalistice ke snímání otisků prstů?

Proč kovový prášek ulpívá na otisku prstů?

Zformulujte závěr experimentu:

2. Vyvolání otisků prstů pomocí par jódu

Úkol: Vyvolejte otisky prstů na papíru pomocí par jódu

Chemikálie: jód (krystalky)

Pomůcky: Erlenmayerova baňka se zátkou, papír s otisky prstů, lžička, trojnožka, síťka, kahan, fotoaparát, rukavice

Postup: Papír s otisky prstů srolujeme a vložíme do Erlenmayerovy baňky. Na dno baňky přidáme půl malé lžičky jódu a baňku zazátkujeme. **Pracujeme v digestoři!** Baňku postavíme na trojnožku se sítkou a zespoda velmi zlehka zahříváme, dokud jód nezačne sublimovat. Počkáme cca 10 minut. Poté papír vyjmeme z baňky pomocí pinzety. Na papír saháme pouze v rukavicích. Vyvolané otisky vyfotografujeme.

Zamyslete se a vyhledejte odpovědi na otázky:

Vysvětlete, proč se otisk prstů zviditelní párami jódu?

Zformulujte závěr experimentu:

3. Vyvolání otisků prstů pomocí dusičnanu stříbrného

Úkol: Vyvolejte otisky prstů na papíru pomocí roztoku dusičnanu stříbrného

Chemikálie: dusičnan stříbrný ($w = 5\%$ roztok)

Pomůcky: kancelářský papír s otisky prstů, Petriho miska, štětec, horkovzdušná pistole, fotoaparát, rukavice

Postup: Papír s otisky prstů lehce potřeme pomocí štětce roztokem dusičnanu stříbrného. Papír necháme oschnout. Poté papír začneme zahřívat horkovzdušnou pistolí, velmi zlehka a pouze na $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jakmile se otisky zviditelní, přestaneme, aby nám celý papír nezčernal. Na papír saháme pouze v rukavicích. Vyvolané otisky vyfotografujeme.

Zamyslete se a vyhledejte odpovědi na otázky:

Proč se otisk prstů zviditelní roztokem dusičnanu stříbrného?

Zformulujte závěr experimentu:

4. Vyvolání otisků prstů pomocí ninhydrinu

Úkol: Vyvolejte otisky prstů na papíru pomocí roztoku ninhydrinu

Chemikálie: roztok ninhydrinu v rozprašovači (0,1 g ninhydrinu, 50 cm³ ethanolu, 1,5 cm³ kyseliny octové w = 99%)

Pomůcky: papír s otisky prstů, horkovzdušná pistole, fotoaparát, rukavice

Postup: Pracujeme v digestoři! Papír s otisky prstů rovnoměrně postříkáme roztokem ninhydrinu. Papír necháme oschnout. Poté horkovzdušnou pistolí začneme papír zahřívat. Na papír saháme pouze v rukavicích. Vyvolané otisky vyfotografujeme.

Zamyslete se a vyhledejte odpovědi na otázky:

Vysvětlete, proč se otisk prstů zviditelní roztokem ninhydrinu?

Zformulujte závěr experimentu:

5. Vyvolání otisků prstů pomocí par kyanoakrylátu

Úkol: Vyvolejte otisky prstů na papíru pomocí par kyanoakrylátu

Chemikálie: vteřinové lepidlo, voda

Pomůcky: skleněná nádoba s otisky prstů, kancelářská fólie (euroobal, dokumentový obal), izolepa, varná konvice, kádinka, fotoaparát, rukavice

Postup: Pracujeme v digestoři! V rukavicích vezmeme skleněnou nádobu s otisky prstů a vložíme ji do průsvitné kancelářské fólie. Vedle skleněné nádoby nakapeme do fólie několik kapek vteřinového lepidla. Poté fólii uzavřeme pomocí izolepy s dostatkem vzduchu, aby se nám fólie neslepila. Ve varné konvici uvaříme vodu a nalijeme do kádinky. Uzavřenou fólii položíme nad páru z vody tak, abychom urychlili odpařování lepidla. Vyvolané otisky vyfotografujeme.

Zamyslete se a vyhledejte odpovědi na otázky:

Vysvětlete, proč se otisk prstů zviditelní párami kyanoakrylátu?

Zformulujte závěr experimentu:

6. Pracovní list – DNA

1. *Najděte, kdy se poprvé použila v kriminalistice metoda analýzy DNA a o jaký případ se jednalo. Kdy byla tato metoda poprvé uplatněna v České Republice?*

2. *Jaké znáte detektivní seriály, kde se používá pro objasnění zločinu metoda analýzy DNA?*

3. Chemický pokus

Úkol: Izolujte DNA ze šťávy z kiwi a banánu. Popište výsledek reakce.

Přírodní materiál: kiwi, banán

Chemikálie: 10 cm³ šampónu (obsahující EDTA) nebo jaru, 0,1 g NaCl, 30 cm³ destilované vody, 20 cm³ podchlazeného ethanolu (na teplotu 0 °C)

Pomůcky: filtrační papír, třecí miska s tloučkem, kádinky, nálevka, zkumavky, stojan, držák, svorka

Postup: Kiwi nebo banán rozmělníme v třecí misce s tloučkem na kaši. V kádince se 30 cm³ destilované vody rozpustíme 0,1 g NaCl a 10 cm³ šampónu (nebo jaru). Tento roztok přidáme ke kašovité hmotě přírodního materiálu. Směs promícháme a necháme 10 minut odstát. Připravíme si filtrační aparaturu. Přes filtrační papír přefiltrujeme směs. Filtrát

rozlijeme do pěti zkumavek cca po 1 cm³. Do každé zkumavky přidáme 4 cm³ podchlazeného ethanolu (vychlazeného v mrazáku). Necháme asi 10 minut odstát.

Pozorování:

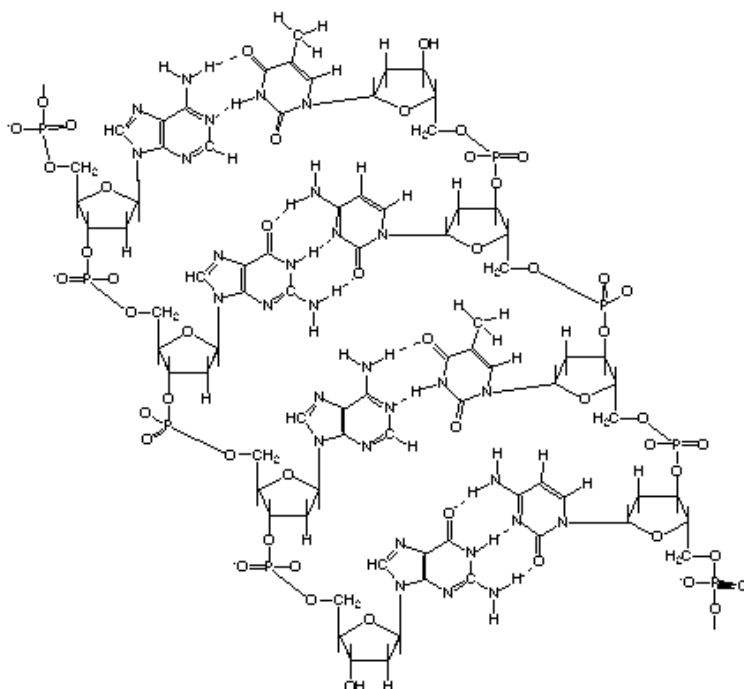
Vysvětlete a najděte odpovědi na otázky:

Jaké jsou rozdíly mezi strukturou DNA a RNA?

Kde se využívá izolace DNA? Najděte aspoň 3 obory.

Zformulujte závěr z experimentu:

4. Na obrázku je úsek DNA. Modře vyznačte, které stavební jednotky se v DNA neustále opakují, a červeně ty, které se mění.



5. Doplňte chybějící slova do textu:

sacharid nukleotid dusíkatá fosforečná nukleosid

V předchozím příkladu jsme zvýraznili zbytek molekuly kyseliny, zbytek molekuly (modrou barvou) a molekuly bází (červenou barvou). Dohromady tyto jednotky tvoříPokud molekula neobsahuje kyselinu fosforečnou, jedná se o

6. Pospojte, co k sobě logicky náleží

cytosin	thymín
adenin	2-deoxyribosa
DNA	guanin
uracil	adenin
kyselina	ribosa
RNA	fosforečná

7. V předchozím cvičení jsme pospojovali také dusíkaté báze. Které to jsou? Které z nich se vyskytují v DNA a které v RNA, v případě v obou?

8. DNA by nebyla tak významná, pokud by se její informace nepřepisovala, nejprve do nukleotidů DNA, poté z DNA do pořadí nukleotidů RNA (transkripce) a poté do z RNA do sekvence aminokyselin (translace). Termín pro přepis z DNA do RNA naleznete po vyluštění osmisměrky.

R	C	R	T	K	A	N	Ý	Y	R
P	H	A	L	T	R	K	T	E	O
L	E	Z	A	M	E	Á	L	P	T
E	E	U	L	S	B	L	M	U	I
CH	S	B	S	A	I	L	D	Y	B
O	A	O	K	L	A	L	A	V	O
V	T	I	R	K	E	A	E	H	P
Á	S	I	T	E	L	P	S	K	O
A	A	I	K	I	Ř	K	Ý	V	R
I	N	A	R	I	C	A	E	Š	A

BLAHO
BULKA
BUZAR
EROSE
HALTR

ILLER
INARI
ISAAC
KABÁTY
KRÁMY

LAPKA
MAZEL
NASTASE
NITKA
OBITO

OPORA
PLECHOVÁ
SLEPÝŠ
SPLETI
TKANÝ

TUDLE
VEPŘI
VÝKŘIK

9. *Ze cvičení 5 napište, jak se párují báze při replikaci a jak při transkripci, Dále přepište následující pořadí nukleotidů DNA do pořadí nukleotidů*
DNA: (5')CCGTATAGCCG(3')

10. *Uvědomte si rozdíl mezi párováním bází u replikace a transkripce. Příklad ze cvičení 9 přepište do pořadí nukleotidu RNA.*

7. Kvalitativní analýza kationtů

Úkol: Pomocí kvalitativní analýzy určete, jaké kationty se nachází v jednotlivých zkumavkách.

Chemikálie: 5 zkumavek se vzorky roztoků, zřed. HCl ($w = 10\%$), Na_2S (s), NaOH (s), Na_2CO_3 ($w = 5\%$), zřed. NH_3 ($w = 10\%$), $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (aq.), SCN^- (aq.), K_2CrO_4 (aq.), zřed. H_2SO_4 ($w = 10\%$), Nesslerovo činidlo, KI (aq.), Zn (s), kys. šťavelová (s)

Pomůcky: Zkumavky, kapátka, měděná spirála, kahan, sirky, tyčinky, lžička, lihový fix

Postup: Roztoky ve zkumavkách č. 1 – č. 5 postupně analyzujte podle přiloženého manuálu. Jednotlivé reakce si zapisujte. **S HCl, NH_3 a Na_2S pracujte v digestoři!**

Pozorování:

V závěru shrňte výsledky:

8. Kvalitativní analýza aniontů

Úkol: Pomocí kvalitativní analýzy určete, jaké anionty se nachází v jednotlivých zkumavkách.

Chemikálie: 3 zkumavky se vzorky roztoků, AgNO_3 (aq.), $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (aq.), Pb^{2+} (octan), zřed. NH_3 (w = 10%), zřed. H_2SO_4 (w = 10%), FeCl_2 (aq.), FeCl_3 (aq.), KI (aq.)

Pomůcky: Zkumavky, kapátka, tyčinky, lžička, lihový fix

Postup: Roztoky ve zkumavkách č. 1 – č. 3 postupně analyzujte podle přiloženého manuálu. Jednotlivé reakce si zapisujte. **S amoniakem pracujte v digestoři!**

Pozorování:

V závěru shrňte výsledky:

9. Vyšetřování ztráty třídní knihy

Úloha č. 1

Dne 28. 4. byla na Základní škole v Praze odcizena třídní kniha. Pátou vyučovací hodinu probíhalo na celé škole požární cvičení, při kterém byli všichni cvičně evakuováni před školu. Žáci VIII. A třídy byli odvedeni ze své třídy svoji třídní učitelkou, paní Mgr. Malíkovou. Paní učitelka třídu za žáky zamkla spolu s jejich věcmi i třídní knihou a odešla spolu se svojí třídou před školu. Po návratu do třídy nebyla třídní kniha na místě a ani nikde jinde k nalezení. Požární cvičení trvalo cca 30 minut. Ve třídě, nyní na místě činu, bylo nalezeno několik důkazů. Jedná se o sklenici na pití, která zůstala ve třídě na katedře pravděpodobně zapomenuta pachatelem. Dále detektivové na katedře našli kancelářský papír s textem a na zemi byla zajištěna směs látek, které pravděpodobně upadly z boty pachatele.

Úkol č. 1: Zajistěte daktyloskopické stopy na sklenici (důkazový materiál č. 1) některou z metod určených pro snímání otisků prstů ze sklenice. Otisky zdokumentujte fotoaparátem.

Úloha č. 2

Indicie: Z laboratoře dorazila zpráva, že na sklenici nebyla přítomna žádná DNA. Detektivové na místě činu zjistili, že zámek ve třídě nebyl nijak vypáčen a zloděj dveře za sebou zamkl.

Úkol č. 2: Podívejte se na text na papíru a poté na něm zajistěte daktyloskopické stopy (důkazový materiál č. 2) některou z metod určených pro snímání otisků prstu z papíru. Otisky zdokumentujte fotoaparátem.

Freony

Co jsou to freony?

Deriváty uhlovodíků, v jejichž molekulách jsou na uhlíkový řetězec vázány převážně atomy chloru a fluoru nazýváme chlorfluorkarbony – označované CFC, pokud obsahují jen chlor, fluor a uhlík, nebo hydrofluorkarbony, označované HCFC, obsahují-li také vodíkové atomy.

Chemické vlastnosti:

- jsou sloučeniny velice stálé a nejsou toxické, nehořlavé

Historie:

Chlorfluorkarbony byly vyvinuty již v 30. letech pro firmu Du Pont (USA) a na trh uvedeny pod obchodním označením freony. Díky neobyčejné chemické stálosti, nehořlavosti, nízké toxicitě (jedovatosti) a příznivým fyzikálním parametrům uskutečnily ve 30. letech revoluci v technice chlazení. Není nadsázkou tvrdit, že lednička a mrazák jako běžné vybavení moderní domácnosti jsou jejich zásluhou. Praxe z 2. světové války, kdy pomocí freonů bylo preventivně rozprašováno DDT (insekticid-prostředek proti hmyzu) při bojích v džungli jim přisoudila ještě roli výborných a bezpečných vyháněčů sprejů.

Od poloviny 40. let umožnily chlorfluorkarbony též masovou výrobu sprejů, protože jsou nejlepšími známými hnacími plyny. Staly se také výchozími surovinami pro polymery odolnými korozivnímu prostředí, vysokým teplotám a záření a jsou využívány též jako hasiva, léčiva, maziva.

Použití:

- v chladicích zařízeních, hnací plyn, hasiva, léčiva a maziva
- tepelným rozkladem chlordifluormetanu se vyrábí tetrafluoretylen, který je základní surovinou pro výrobu vysoce rezistentních polymerů, známých pod obchodním označením Teflon

Problém s freony:

Největší potíž s freony tkví v tom, že obsahují chlór, který pozvolna vynášejí vysoko do atmosféry, až tam, kde se nachází ozonová vrstva. Chlór lačně reaguje s ozonem a způsobuje jeho rozklad. Tragedie je, že po použití první ozonové molekuly může každý atom chlóru tuto destruktivní činnost opakovat až třicetkrát než je z atmosféry odstraněn. Přírodovědci a klimatologové nezasílají, že chlorované sloučeniny jsou produkovány i přirozenou cestou z hlubiny oceánů. Není však čas na dohady, kolik procent poškození ozonové vrstvy má na svědomí příroda a kolik člověk.

Volání po okamžitém zastavení výroby freonů není nikterak nadsazené. Díky velké odolnosti a pomalému pohybu vzhůru v atmosféře ponese následky dnešní produkce a užívání freonů i příští generace.

Vážnost situace však vyžaduje i celá řada mezinárodních konvencí, které byly na ochranu stratosférické ozonové vrstvy přijaty. Jde především o Vídeňskou dohodu z roku 1985, kterou podepsalo 21 států, Montrealský protokol, který v roce 1987 přijalo 24 států a který stanovuje konkrétní postup redukce výroby a spotřeby halogenových uhlovodíků. Londýnskou konferenci signatářů Montrealského protokolu z roku 1990, k níž se připojuje i tehdejší ČSFR. Londýnská konference reviduje a zpřísňuje přijatá opatření. Podle nich by předpokládaná redukce v užívání freonů vzhledem k roku 1985 měla být 20% v roce 1993, 50% v r. 1995, 85% v r. 1997. Po roce 2000 by mohly být freony užívány pouze v případech, kdy není jiná možnost, například ve zdravotnictví. Ne však déle než do roku 2040.

Úloha č. 3

Indicie: Máte k dispozici papírovou „databázi“ otisků prstů (Obr. 31 - Obr. 44).

Úkol č. 3: Vyfocené otisky prstů zpracujte v počítači a vytiskněte na papírovou a na průhlednou fólii. Poté k otisku přiřaďte otisk z databáze.

Úloha č. 4

Indicie: Při zkoumání otisků prstů jste dospěli k závěru, že otisk na sklenici je stejný jako otisk č. 4 a na papíru se nachází otisk č. 3. Otisk č. 4 patří panu školníkovi a otisk č. 3 patří paní učitelce Kolmanové, která učí ve třídě chemii.

Úkol č. 4: Chemicky analyzujte směs látek (2 látky), které byly odebrány na místě činu, jako důkazový materiál č. 3. Jakmile určíte obě látky, přemýšlejte, proč a jak se tyto látky dostaly na místo činu. Poté určete pachatele.

Poslední dopis

Blahopřeji! Rozluštili jste svoji první detektivní zápletku pomocí různých kriminalistických metod, které jsou staré i několik stovek let. Naučili jste se a zvládli spoustu věcí, a proto máte určitě předpoklady zabývat se studiem chemie i dál!

A jak to všechno bylo?

Pan školník měl tento rok odejít do penze. Byl starý a paměť mu už tolik nesloužila. Když byl vyhlášen poplach, obcházel všechny třídy, zda tam někdo nezůstal. Ve třídě se mu trochu zamotala hlava a sedl si za katedru. Pochvíli se mu udělalo lépe, omyl si sklenici, co ležela na umyvadle a natočil si do ní vodu. Sklenici poté odložil na katedru a ze stolu si sbalil dokumenty o požárním cvičení. Nevšiml si ovšem, že spolu s dokumenty sbalil i třídní knihu.

Během vyšetřování se všichni učitelé i pan školník prohledávali celou školu. Pak si pan školník vzpomněl, že ve třídě byl a bral dokumentaci o požárním cvičení. Proto začal prohledávat i svoji dílnu. A co se nestalo? Třídní knihu našel. Rychle spěchal k panu řediteli a moc se omlouval, že si vůbec nevzpomněl, že tam ten den byl a omylem třídní knihu vzal. Vše se tedy vysvětlilo a pan ředitel dal panu školníkovi k důchodu malý dárek – prázdnou třídní knihu, jako vzpomínku na několik desítek let strávených ve škole.

10. Databáze otisků prstů













