EURO4SCIENCE

Научни изследвания и интердисциплинарно обучение чрез криминалистика

Средства за Криминалистични Анализи

Учебно Ръководство

Съфинансирано от Програма Еразъм + от Европейския Съюз

Подкрепата на Европейската Комисия за изготвянето на тази публикация не представлява одобрение на съдържанието, което отразява само личните виждания на нейните автори и Комисията не може да носи отговорност за каквато и да е употреба на информацията, съдържаща се в него. Безвъзмездна помощ със споразумение номер: 2014 – 1 – PT01 – KA200 – 001012

Съдържание

СЮЖЕТ **4**

Случай 1 4

Случай 2 7

I. ВЪВЕДЕНИЕ **9**

Криминалистика – Какво е това? 10

История на Криминалистиката 10

Пръстови отпечатъци *10*

Ентомология *11*

Токсикология *12*

Хематология *12*

Балистика *13*

ДНК тест *13*

Области в Криминалистиката 14

II. ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА ЧОВЕШКИТЕ ИНДИВИДИ **17**

Анализ на Кръвта 18

Състав на кръвта на човека *18*

Кръвни групи *19*

Криминалистичен анализ на кръвта *20*

Вероятностни тестове 20

Модел на разпръскването на кръвния поток 22

Пръстови Отпечатъци 26

Характеристики на пръстовите отпечатъци *27*

Видове пръстови отпечатъци *27*

ДНК Профилиране 29

Структура и функции на ДНК *29*

Криминалистично ДНК профилиране *30*

УПРАЖНЕНИЯ 32

Упражнение II-A: Това наистина ли е кръв? *32*

Упражнение II-B: Анализ на кръвни групи *38*

Упражнение II-C: Анализ на модела на кръвния поток? *44*

Упражнение II-D: Изучи пръстовите си отпечатъци *54*

Упражнение II-E: Напудряне и снемане на латентни пръстови отпечатъци *60*

Упражнение II-F: Разкриване на латентни пръстови отпечатъци чрез използване на бързосъхнещо лепило и йодно изпарение *64*

Упражнение II-G: „ДНК пръстов отпечатък“ - Електрофореза *70*

III. ХИМИЧНИ МЕТОДИ 78

ПОЛИМЕРИ НА МЕСТОПРЕСТЪПЛЕНИЕТО 79

Полимери 79

Текстилни влакна 80

Класификация на влакната 80

Идентификация на влакната 82

Документни доказателства **..... 84**

Мастило 84

Хартия 86

Методи за анализ на документи 86

КРИМИНАЛИСТИЧНА ТОКСИКОЛОГИЯ **..... 89**

Кръвен допинг *91*

УПРАЖНЕНИЯ 92

Упражнение III-A: Физични и химични тестове на влакната *92*

Упражнение III-B: Невидимо мастило *99*

Упражнение III-C: Цвета на злоупотребата – Хроматографията *105*

Упражнение III-D: Кръвен Допинг *112*

Сюжет

Случай 1

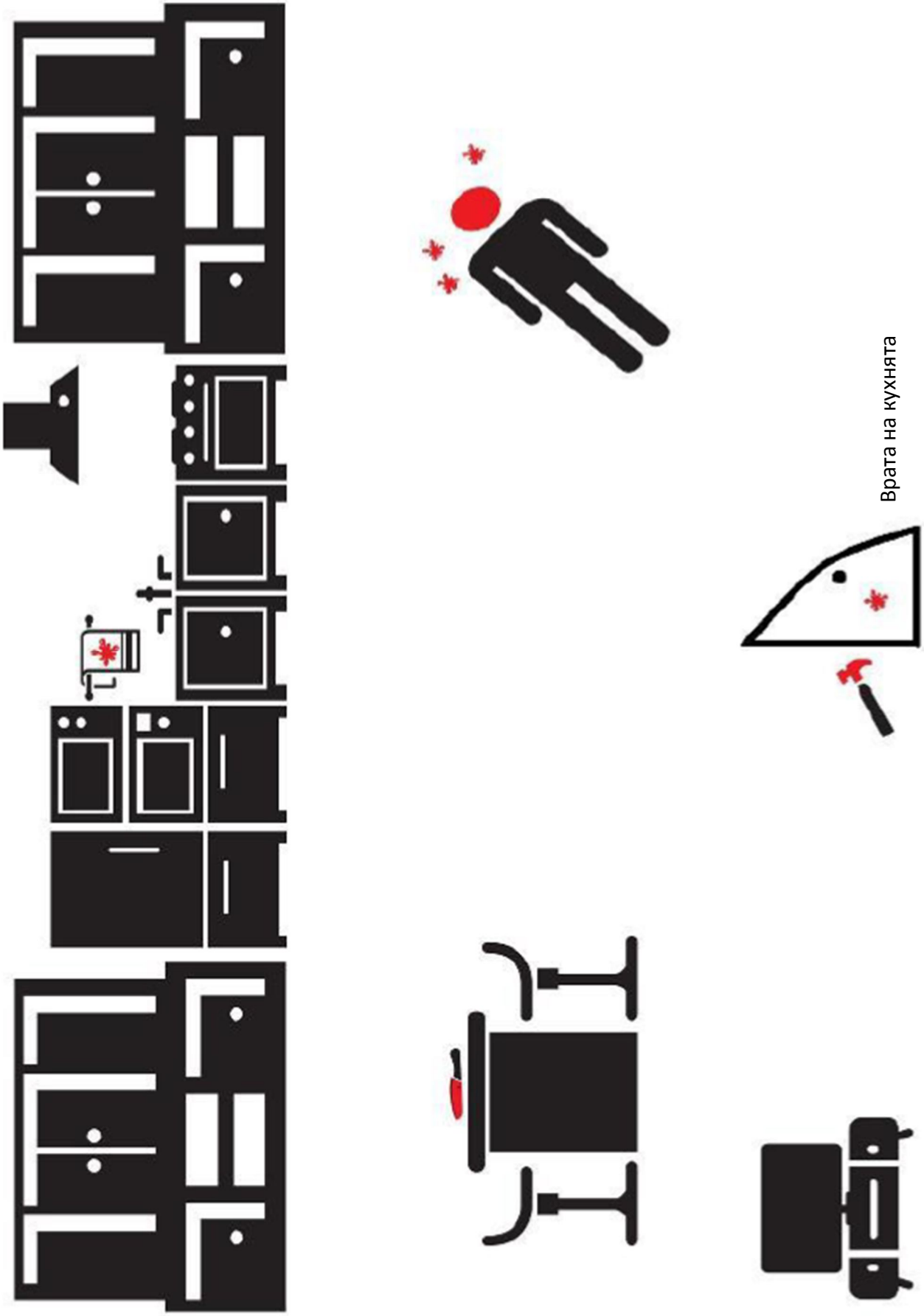
В кухнята на едноетажна къща е намерена безжизнена жертва - 27 годишен мъж. Рано сутринта, съседът от другата страна на улицата почукал на вратата, за да поиска нещо назаем и установил, че вратата е леко открехната. Той я отворил, извикал по име собственичката на къщата - г-жа Жозефина, но не получил отговор. Тъкмо се канел да си тръгне, когато забелязал, че по вратата на кухнята има червени петна. Разтревожен, той влязъл вътре и намерил безжизнената жертва на пода. Съседът напуснал къщата и веднага се обадил в полицията.

Жертвата е живял с майка си, която се развежда с бащата - г-н Чарлс, преди няколко години. Г-н Чарлз живее наблизо и се възползва от това, за да вижда сина си често, въпреки че техните взаимоотношения никога не са били добри.

На мястото на престъплението съдебният лекар установява, че жертвата има наранявания по главата, които са направени от един и същ предмет и определя вероятния момент на смъртта – 23:45 часа. Около тялото са били намерени няколко локви кръв и следи от борба (нараняванията са получени в следствие на защита).

Криминалистите, разследващи местопрестъплението забелязали и опаковали различни предмети, за да ги изпратят за анализ: проби от петна от кръв, които са намерени на пода (Доказателство №1) и на вратата на кухнята (Доказателство №2); един чук, който е бил зад вратата на кухнята (Доказателство №3); един нож, който е бил на масата в кухнята (Доказателство №4) и една кърпа закачена близо до кухненската мивка (Доказателство №5). Върху всички предмети са намерени червени петна. Върху ножа и чука са намерени пръстови отпечатъци. Взети са два различни пръстови отпечатъка и след обработката им е установено, че единият от тях съвпада с този на жертвата, а другият не.

Криминалистите са установили безпорядък навсякъде в стаята, сочещ към кражба или търсене на нещо конкретно, което е представлявало интерес. Въпреки това, е установено, че нищо не липсва. Заподозрените лица са: бащата, чиито отношения със сина му са конфликтни (Заподозрян №1); майката, която е била на медикаментозно лечение за страдащи от шизофрения и която очевидно не взема лекарствата си редовно (Заподозрян №2); и един братовчед, който е ограбвал къщата повече от един път, но е взимал само неща, които са с ниска стойност (Заподозрян №3).


Врата на кухнята

Случай 2

В 8:40 часа сутринта, в съблекалнята на спортна база, служител, който отваря една от пристройките за ежедневно почистване, намира мъртва 23 годишна спортистка. Жертвата е намерена с лице към пода и е била облечена с дрехите, които използва за тренировка.

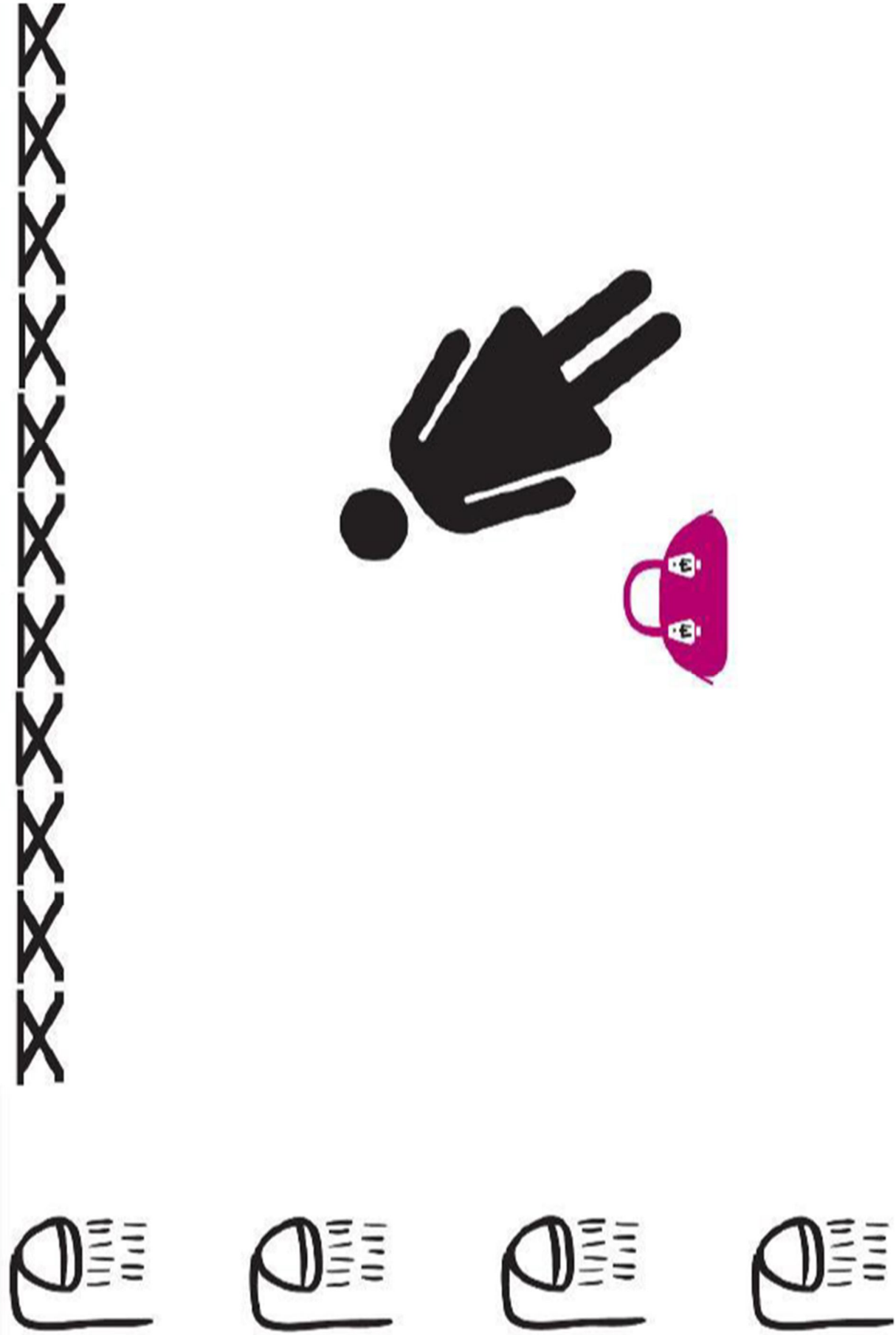
Някои от колегите ѝ казват, че тя се е готвела за трудно състезание, което ще се проведе след две седмици. Инспекторите разследващи случая са решили да направят претърсване на шкафчето и дома ѝ. Те не намират нищо подозрително в дома ѝ, но в шкафчето откриват кутия с няколко предмета и закачено парче тъкан на вратичката (Доказателство №6), които ще бъдат изпратени за анализ.

В спортната чанта на пострадалата са открити листове (някои сгънати, а други скъсани), върху които е изписано само нейното име (Доказателство №7), намерена е и черна химикалка (Доказателство №8). Експертите са изпратили листовете в лабораторията за по-нататъшен анализ, като са открити някои заплашителни послания, отправени към жертвата, отпечатъците ѝ и такива от друго лице.

При извършването на аутопсия, патологът е направил кръвни тестове за наличието на наркотични и токсични вещества (Доказателство №9) и е потвърдено наличието на вещество в количества, които се считат за смъртоносни.

Разпитани са родителите на жертвата, трима от състезателите, които са ѝ конкуренти в предстоящото състезание и треньора на жертвата, който е известен с това, че тренира спортистите до краен предел. При разпита на някои от спортистите относно треньора на пострадалата, те го защитавали без да разкриват много подробности, с което усилили подозренията на инспектора от полицията.

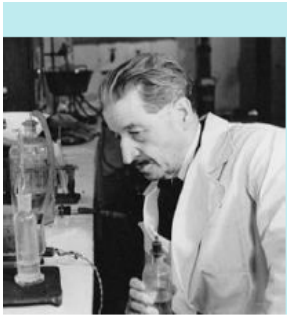
Проведени са токсикологични анализи на тримата конкурентни спортисти, за да се определи наличието на незаконни вещества (Доказателство №10). По-късно инспекторите открили незаконни вещества и черна химикалка (Доказателство №11) в личния гардероб на треньора, които ще се използват за анализа на неговите пръстови отпечатъци.



I. Въведение

Криминалистика – *Какво е това*?

Криминалистиката е процес на практическо прилагане на научни методи и средства за разследване на престъпления, с цел доказателство срещу заподозрени лица в съда. Терминът криминалистика - на английски "forensic", идва от латинската дума "forensus", което означава "на форума". В древен Рим форумът е бил съдебната палата, където хората са влизали в дебати по правни въпроси чрез открито заседание.



Знаете ли, че?

Първата в света криминалистична лаборатория е създадена от Едмонд Локард, един от пионерите на криминалистич-ната наука. Локард става известен като "Шерлок Холмс от Франция"

Криминалното разследване в реалния живот почти никога не се извършва толкова бързо и лесно, както това се случва в телевизионните предавания и филми. Тестове на дезоксирибонуклеиновата киселина (ДНК) по телевизията се извършват почти мигновено, но в действителност те могат да отнемат дни, седмици или дори месеци. При проучването на доказателствата от местопрестъпленията от страна на специалистите, работещи в криминалистичните лаборатории, не винаги се получава "перфектно съвпадение" на пръстовия отпечатък или кичура коса.

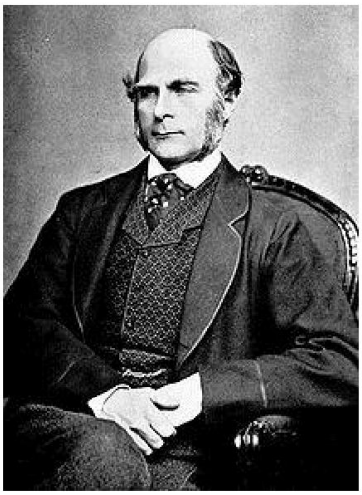
История на Криминалистиката

Интересът към криминалистиката обяснява популярността на многото телевизионни предавания, филми и книги, което показва, че престъпността и науката са свързани от дълго време.

Фиг. 1. - Древен печат с пръстови отпечатъци

Пръстови отпечатъци

Историята на криминалисиката датира от хиляди години, като едни от първите техники се основават на използването на пръстови отпечатъци. За първи



Фиг. 2 – Сър Франсис Галтон, считан за "бащата на пръстовите отпечатъци"

път поставянето на пръстови отпечатъци е извършено в древен Вавилон (700 година пр.н.е.), когато те са използвани върху глинени плочки за търговски сделки (Фиг. 1). През 1686 г. Марчело Малпиджи отбелязва за пръв път хребетите, спиралите и контурите в пръстовите отпечатъци.

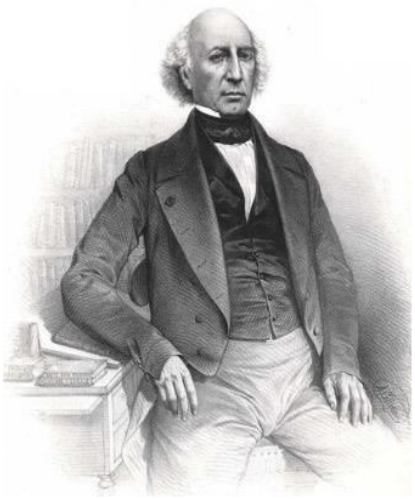
Въпреки това, пръстовите отпечатъци не са били използвани като метод за идентифициране на престъпници до 19 век. През 1892 г. сър Франсис Галтон публикува книгата "Пръстови отпечатъци", въвеждайки разбирането за индивидуалността на пръстовите отпечатъци и първата система за тяхното класифициране. През 1896 г. сър Едуард Ричард Хенри, комисар от столичната полиция на Лондон, разработва системата за класифициране на пръстовите отпечатъци (на базата на посоката, произхода, модела и други характеристики на пръстовите отпечатъци), която по-късно е използвана в Европа и Северна Америка. През 1910 г. Едмонд Локард създава първата криминалистична лаборатория в Лион, Франция и формулира "Принципите на обмена на Локард": теория, която твърди, че когато един престъпник влиза в контакт с даден обект или лице, се осъществява обратен пренос на данни от престъпника: едновременно с премахването на нещо от местопрестъплението, той оставя нещо след себе си. Осем години по-късно, през 1918 г., Едмонд Локард предлага 12 точки за сравняване на пръстовите отпечатъци в процеса на положителната им идентификация. С първите компютъризирани скенери на пръстови отпечатъци през 1977 г., ФБР въвежда началото на автоматизирана система за идентификация на пръстови отпечатъци (*Automated Fingerprint Identification System* - AFIS).

Ентомология[1]

Друга стара област от криминалистиката е ентомологията. Първият документиран криминалистичен случай, свързан с ентомологията е описан от китайски адвокат във връзка със смъртта на следователя Сунг Дзъ през 1235 г.

[1] Ентомологията е дял на биологията, който изучава насекомите.

Той описва случай на намушкване със сърп в близост до оризово поле. На всички хора от селото, които притежавали сърпове им е било наредено да ги донесат и да ги сложат на слънцето. Мухите се събрали около един определен сърп, като по този начин той е идентифициран като оръжието на убийството.



Фиг. 3 - Матю Джоузеф Бонавентура Орфила

Токсикология[2]

До 1700 г. осъдителните присъди, свързани с убийства чрез отравяне, са базирани по-скоро на косвени доказателства, отколкото на идентифициране на действително токсично вещество у жертвата. През 1781 г. Джоузеф Пленик посочва, че откриването и идентифицирането на отрова в органите на починалия, е единственият истински признак за отравяне. Години по-късно, през 1814 г., Матю Орфила (считан за "бащата на токсикологията", Фиг. 3), публикува първия цялостен труд за откриването на отрови и правна медицина. Друг пробив е направен през 1836 г., когато английският химик Джеймс Марш, открива точен начин за откриване на арсен в организма, известен като тест на Марш. Той е и първият, който използва токсикология по време на заседателен процес.

Хематология[3]

Фиг. 4 - Карл Ландщайнер, "бащата на имунологията"

Човешката кръв също става част от криминалистиката, когато Карл Ландщайнер (Фиг. 4), през 1901 г., открива, че човешката кръв може да бъде групирана в различни категории (A, B, AB и 0). С откритието на кръвните групи и развитието на ABO-системата, Ландщайнер печели Нобелова награда. През 1915 г. Леоне Лейтс публикува труд, който илюстрира значението на откритата тогава нова техника за ABO-типизиране на петната от кръв в

[2] Токсикологията е приложна биохимична наука, изучаваща отровите и тяхното въздействие върху живите организми

[3] Хематологията (от гръцки “heima” - кръв) е област от медицината, която се занимава с кръвните клетки, органите и тъканите, които ги произвеждат

криминалистиката. Въпреки, че е публикуван 15 години след като Ландщайнер описва за първи път АВО-системата на кръвните групи, трудът на Лейтс е първият доклад за АВО-типизиране на засъхнала кръв за съдебномедицински цели.

Още преди откриването на АВО-система, немския учен Шонбейн, през 1863 г. за първи открива способността за окисляване на хемоглобина от водороден пероксид. Това води до първото вероятностно тестване на кръвта. През 1937 г. Уолтър Шпехт разработва химиолуминисцентен реагент – луминол, като вероятностен тест за кръв.

Фиг. 5 – Полковник Калвин Хукър Годард с микроскоп за сравняване

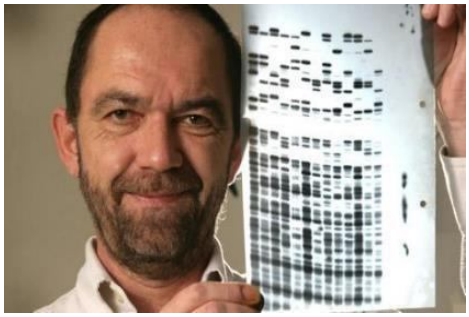
Балистика[4]

Съдебната балистика е друга важна област от криминалистичната наука. Хенри Годард е бил първият човек, който е използвал физически анализ през 1835 г. с цел да свърже куршум с оръжието на убийството. Сравнението се основава на видим дефект в куршума, даващ възможност да се проследи първоначалната му форма. Изследването, основаващо се на следите по куршумите става по-прецизно през 1920 г., когато лекарят Калвин Годард създава сравняващ микроскоп, с помощта на който може да се определи кои куршуми от кои гилзи са дошли (Фиг. 5). През 1970 г. екип от учени от космическата корпорация /Aerospace Corporation/ в Калифорния разработват метод за откриване на огнестрелен остатък чрез използването на сканиращ електронен микроскоп. Неотдавна беше разработена и автоматизирана система от изображения, която се нарича „интегрирана балистична система за идентификация“. С нейна помощ се сравняват белезите оставени върху изстреляните куршуми, патрони и гилзи.

ДНК тест

Идентифицирането на структурата на ДНК (дезоксирибонуклеинова киселина) от Джеймс Уотсън и Франсис Крик през 1953 г. довежда до огромна промяна в

[4] Балистиката е наука за движението на телата в пространството, която има най-широко приложение във военното дело, криминалистиката и съдебната медицина.



Фиг. 6 - Професор Сър Алек Джон Джефрис, британски генетик

наказателното правосъдие.

ДНК–характеристиката, такава каквато я познаваме днес, е разработена благодарение на две независими открития в молекулярната биология, които са възникнали по едно и също време. През 1983 г. Кари Мулис открива полимеризационна верижна реакция (от англ. „Polymerase Chain Reaction“ - PCR), а през 1985 г. Сър Алек Джефрис открива метод за идентифициране на индивидите въз основа на тяхното ДНК, наречен снемане на „ДНК пръстов отпечатък“ (от анг. „DNA fingerprinting“) (Фиг. 6). Определянето на ДНК-профила първоначално е бил разработен като метод за определяне на бащинство, чрез който да се определи дали две лица имат биологична връзка „родител-дете“. През 1986 г., с цел да се провери направено самопризнание от 17 годишно момче, за извършени две изнасилвания с убийства в английски графства, полицията в Англия се обръща към Алек Джефрис, който по това време е започнал изследвания, свързани с прилагането на ДНК-анализа в криминалистиката. Тестовете доказват, че тийнейджърът в действителност не е извършителят. Така, в крайна сметка, действителният извършител е заловен. През 1995 г. във Великобритания започва да функционира първата в света държавна ДНК - база от данни. От появата на ДНК тестовете през 1985 г. биологичният материал (кожа, коса, кръв и други телесни течности) се възприема като най-надеждното физическо доказателство от местопрестъплението.

Области в Криминалистиката

Криминалистика е мултидисциплинарна наука, която включва широка гама от специалности, прилагани в традиционните науки. Криминалистичният анализ трябва да се разбира като съвкупност от всички научни и технически познания, които се използват във връзка с правни въпроси от наказателно или гражданско естество. Най-често срещаните съдебни научни области са: биология, токсикология, химия, патология, снемане на пръстови отпечатъци и балистика. Въпреки това, съществуват и други експертни области, които могат да придружават едно разследване, като антропология, одонтология, ентомология, ботаника, компютърни технологии, кръвен анализ, психология и документален анализ.

В Таблица 1 е направено кратко описание на някои области от криминалистиката.

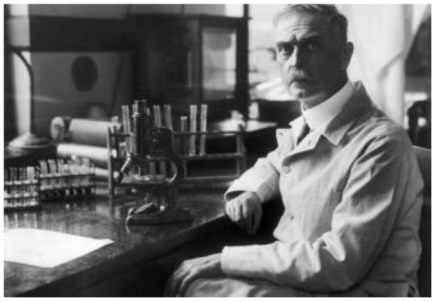
Таблица 1 – Области от криминалистиката

Области	Описание
Съдебна антропология	Прилагането на физическа антропология за правни цели, обикновено въз основа на възстановяването и идентифицирането на човешки скелетни останки.
Съдебна одонтология	Метод проучващ уникалността на съзъбието, по-известен като изследване на зъбите. Съдебният одонтолог може да идентифицира човешки останки, които не могат да бъдат идентифицирани с помощта на други методи; да идентифицира тела от самолетни катастрофи; да определя източника на наранявания в следствие от ухапване и да изчислява възрастта на скелетни останки.
Съдебна ентомология	Изследване на насекоми в, върху и около човешки останки, с цел да се подпомогне определянето на времето или мястото на смъртта.
Съдебна патология	Фокусира се върху определяне на причината за смъртта чрез изследване на мъртво тяло или нараняване във връзка с правно изследване.
Съдебна биология	Прилагане на методи за биологични анализи, особено на ДНК анализ, с цел правни разследвания. ДНК анализите включват изследване на телесни течности, намерени на местопрестъплението, особено на кръв, семенна течност, слюнка.
Съдебна ботаника	Изследване на растения и растителни остатъци във връзка с криминално разследване. Тази област включва анализ на дървесина, плодове, семена, клони, листа, растителни власинки, полени, спори и клетки на водорасли.
Компютърна криминалистика	Известен още като цифрова криминалистика, която обхваща възстановяване и изследване на материал, намерен върху цифрови устройства, с цел идентифициране, опазване, възстановяване, анализиране и представяне на факти относно цифрова информация.
Анализ на кръвта	Анализът на петната от кръв може да осигури жизненоважни улики за възникване на събития. Успешното тълкуване на кръвните модели може да осигури улики за естеството на престъплението, възможната последователност на събитията, всякакви нередности на местопрестъплението, които може да са настъпили и дори позицията на лицата и предметите по време на инцидента.

Съдебна химия	Прилагане на методи от областта на химията от правозащитните органи. Много различни аналитични методи могат да бъдат използвани, за да се разкрие какви са химическите промени, настъпили по време на инцидента, като по този начин се спомага за възстановяването на последователността на събитията.
Съдебна психология	Представлява пресечна точка между психологията и съдебната система. Тя включва разбирането на основните законови принципи и по-специално - показанията на свидетелите.
Балистика	Дял от механиката, който се занимава с изстрелването, полета, поведението и последиците от изстрелваните предмети, особено куршуми, гравитационни бомби или ракети.
Снемане на пръстови отпечатъци	Детайлното изследване на съществуващите папиларни линии изрисувани по повърхността на крайниците.
Съдебна токсикология	Съвкупност от няколко области, които заедно с токсикологията (като аналитична химия, фармакология и клинична химия) служат за подпомагане на медицинско или юридическо разследване на смъртни случаи, например в следствие на отравяне и злоупотребата с наркотични вещества.
Анализ на документи	Проучване на ръкописни текстове, машинописни материали, отпечатани документи, тяхното подправяне, проучване на мастилото, хартията и други средства за писане. Основната цел е сдобиването с колкото се може повече информация по отношение на документа, по възможност без да се уврежда или променя материала.

II. Идентификация на Човешките Индивиди

Анализ на Кръвта



Фиг. 7 - Карл Ландщайнер

Кръвта оставена на местопрестъплението може да бъде анализирана от специалиста по криминалистика по няколко начина.

Благодарение на откриването на АВО-системата от Ландщайнер през 1901 г., познанията за идентифицирането на човешката кръв са се разширили значително. Тъй като множество индивиди могат да имат една и съща кръвна група, то вида на кръвта предоставя доказателства, които могат да бъдат свързани с група от хора, но не и с конкретно лице. С въвеждането на ДНК-технологиите през 1980 г. и белите кръвни клетки, които съдържат човешко ДНК, индивидуалните кръвни проби вече могат да бъдат идентифицирани чрез генетична вариация на молекулярно ниво.

Кръвните проби често представляват съществени физически доказателства при разследването на престъпления и биват откривани на различни видове местопрестъпления, например: убийство, нанасяне на удари с последващо бягство от местопрестъплението, нападение, грабеж и кражба с взлом. При разглеждането на кръвните проби, въпросите на които съдебномедицинският учен трябва да отговори са: Дали това е кръв? Човешка ли е? Чия кръв е това?

Състав на кръвта на човека

Кръвта е сложна тъканна течност, която се състои от два основни компонента: плазма и формени елементи (Фиг. 8). Плазмата е подобна на солена вода, в чийто състав влизат смес от разтворени протеини, соли и други химикали. Има три основни типа формени елементи (наричани също кръвни клетки), които изпълняват различни функции: червени кръвни клетки (еритроцити), които носят респираторни газове, основно кислород и въглероден диоксид; бели кръвни клетки (левкоцити), които се борят с инфекциите,

Фиг. 8 – Състав на човешката кръв

отстраняването на мъртвите/умиращи клетки и унищожаването на раковите клетки; тромбоцити, които участват в съсирването на кръвта и възстановяването на повредените кръвоносни съдове.

Знаете ли, че?

Най-рядката кръвна група е АВ (Rh -), а повечето хора, около 85%, имат резус - антигени

Кръвни групи

Определянето на кръвната група е процес на класифициране на кръвните групи въз основа на наличието или отсъствието на антигенни вещества по повърхността на червените кръвни клетки (еритроцити). Преди появата на ДНК-тестовете, определянето на кръвните групи се е използвало като метод за установяване на допускане или отхвърляне на определени заподозрени лица, свързани с престъплението, чрез изследване на реакциите антиген-антитяло.

АВО-системата, класифицираща видовете кръвни групи, се основава на установяване на наличието или отсъствието на А и В антигени. Системата категоризира кръвта в четири групи: А, В, АВ и О (Таблица 2). Освен това при изследването на А и В антигените може да се определи и резус-факторът – Rh-фактор, който се изследва въз основа на наличието или отсъствието на Rh-протеин. Всяка кръвна група е Rh-положителна (Rh +), ако има резус-антиген, или е Rh-отрицателна (Rh-), ако резус-антигена отсъства. Изследването на тези две характеристики позволява по-точна идентификация на кръвта.

Таблица 2 – АВО кръвни групи

Групи	Наличие на антигени	Наличие на антитела
Група А	Само А антиген на червени кръвни клетки	В антитяло в плазмата
Група В	Само В антиген на червени кръвни клетки	А антитяло в плазмата
Група АВ	А и В антигени на червени кръвни клетки	Нито А, нито В антитяло в плазмата
Група О	Нито А, нито В антигени на червени кръвни клетки	А и В антитела в плазмата

Тестовете за кръвна група се използват с цел идентифициране на вида на кръвта, например: преди да се извърши преливане на кръв; за да се провери кръвната група при бременни жени; за да се провери вероятността двама души да са кръвни роднини; или да се определи вида на кръвната проба, намерена на местопрестъпление.

При разследване на местопрестъпление, ако кръвната проба на заподозряното лице е различна от тази, която е открита на мястото на инцидента, то този човек вероятно не е извършил престъплението. Но ако кръвната група на заподозрения е същата като тази, намерена на мястото на инцидента, то този човек може да е извършил престъплението. В подобни случаи, само ДНК-тестът може да потвърди, кой от заподозрените лица действително е престъпникът.

Криминалистичен анализ на кръвта

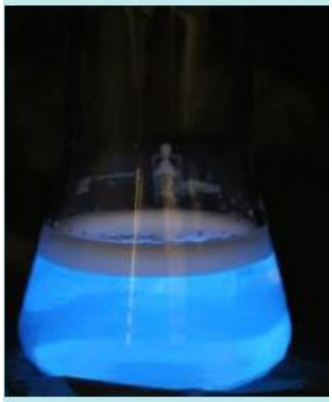
Вероятностни тестове

Понякога, когато площта на местопрестъплението е голяма, или когато повърхността е „почистена“ с цел заличаване на следи, може да не стане очевидно веднага, къде да се търсят петната от кръв, които нерядко трудно могат да се видят с просто око. В тези случаи е необходимо да се използват химически тестове, с цел да се разкрие тяхното наличие.

В криминалистичните лаборатории има два основни вида тестове за идентифициране на кръвта: вероятностни тестове и потвърждаващи тестове. Вероятностните тестове на кръвта показват само потенциалната възможност, а потвърждаващите тестове позволяват да се направи заключение за съвпадението на кръвните проби. Вероятностните кръвни тестове, като „Луминол“ и „Касъл-Майър“, обикновено се базират на промяната на цвета или хемилуминесценцията на даден реагент, когато той влезе в контакт с хемоглобина от кръвта. Потвърждаващите тестове са необходими за разкриването на неверни положителни резултати, получени в резултат от провеждането на вероятностни тестове, както и с цел да се определи произхода на пробите въз основа на взаимодействието „антиген/антитела“.

Луминол

Луминолът е химично вещество, което при определени условия проявява хемилуминесцентна синя светлина, когато се смеси с подходящ окислител, като водороден пероксид. Луминолът се използва като вероятностен тест за откриването на следи от кръв, оставени на местопрестъпление, тъй като той реагира с желязото, намиращо се в хемоглобина.



Знаете ли, че?

През 1937 г. немският химик Уолтър Шпехт е първият, който е предложил използването на луминол като вероятностен тест за откриване на кръв за криминалистични цели

Луминолът е силно чувствителен към присъствието на малки следи от кръв, като се получават положителни резултати и при разреждания по-високи от 100 000 000:1. Въпреки това, висока чувствителност е съпроводена от ниска селективност. В този смисъл, множество материали като например: избелващи препарати, някои хранителни продукти, желязото и други метали, предизвикват фалшиви положителни реакции, които са неразличими от положителните резултати, получени при изследването на истинската кръв.

Когато луминолът е във воден разтвор се счита, че той не вреди и не взаимодейства при последващия анализ на ДНК.

Знаете ли, че?

Тестът „Касъл-Майър“ е въведен през 1901 г. от Касъл и подобрен през 1903 г. от Майър

Тест „Касъл-Майър“

Тестът „Касъл-Майър“ или тест чрез фенолфталеин е друг вероятностен тест на кръвта, който използва алкален разтвор на фенолфталеин за откриване на евентуално наличие на хемоглобин. Тестът „Касъл-Майър“ е тест с катализатор, при който се получава светло розово оцветяване, когато фенолфталеина и водородния пероксид реагират с железните молекули на хемоглобина.

Този тест не вреди на пробата и тя може да се използва и за по-нататъшни лабораторни тестове, като се има предвид, че в много от случаите кръвната проба се събира с тампон в малки количества.

Модел на разпръскването на кръвния поток

Когато е причинено нараняване и кръвта започне да тече, то може да се създаде модел на разпръскването на кръвния поток. Едно единствено петно или капка кръв могат да не са достатъчни, но обединяването на петна от кръв образуват кръвен модел.

Физическото естество на кръвните проби, може да съдържа ценна информация. Първоначално кръвните модели се изучават визуално, за да се оценят физическите характеристики на оцветяванията, включително: размер, форма, разпространение, местоположение и концентрация. Въз основа на тези характеристики, криминалистите са в състояние да определят възможните причини или сценарии, които създават определен модел. Кръвните модели са полезни при възстановяване на събитията, като този вид реконструкция може да бъде много необходима за разследването.

Интерпретиране на моделите на кръвния поток

Когато кръвният поток е нарушен вследствие на удар, капчиците кръв се разпръскват из въздуха. При попадането на тези капчици върху дадена повърхност, формата на петната се променя в зависимост от силата, посоката на движението, ъгъла на удара, изминатото разстояние и вида на повърхността на разпространение. Като цяло, формата на петната варира от кръгова до елипсовидна, с образували се опашки или шипове, които се простират по продължение на посоката на движението.

Изучаването на формата на петната е един от основните източници на информация за кръвта. Внимателният анализ на формата позволява на разследващите местопрестъплението да определят посоката, от която води началото си кръвния поток.

Капката кръв, която попада върху плоска повърхност, не остава напълно плоска - тя има извита повърхност. Причината за подобна форма е кохезионното естество на кръвта. Съставките на кръвта имат способността да се привличат една към друга поради кохезионните сили на свързване, които пречат на образуването на плоска

повърхност. В резултат, повърхността на кръвта е еластична, със сферичен вид върху напръсканата повърхност. Ако някои от кръвните потоци преодолеят кохезионните сили и се отделят от основната капчица кръв, то те образуват малки вторични капчици, известни като „сателити“.

Височина на падане на кръвните капки

Размерът или диаметърът на петната кръв, които са получени при свободното им падане, нарастват в зависимост от разстоянието, от което са паднали – падането на капка от по-голяма височина, довежда до по-голям диаметър на петната от кръв, както и броя на получените капки „сателити“. Ако две еднакви по размер капки паднат от различни височини, получените петна ще имат различни размери, като скоростта на капката ще бъде по-голяма, в зависимост от това, колко по-дълго тя ще е във въздуха (докато достигне максимална скорост). При падане от над 2 метра се осъществява малка промяна в диаметъра на петното кръв.

Сила, скорост и размер на капката

Размерът и външният вид на петната от кръв зависят от силата, която е използвана, за да се създадат. Когато даден обект влиза в контакт с кръвния поток, то силата на обекта определя посоката на движение на кръвта. Има три основни категории на групиране на петната кръв, които се основават на размера на петното, сравнено с размера на силата, действаща върху кръвта, за да се получи модел на кръвния поток.

1) **Ниска скорост на удар на кръвния поток**

   Ниската скорост обикновено е резултат от процес на капене на кръвта. Силата на удара е 1,5 метра в секунда или по-малко, като полученото петно е относително голямо, обикновено 4 mm в диаметър или по-голямо.

2) **Средна скорост на удар на кръвния поток**

   Счита се, че скоростта е средна, когато източник на кръв се подлага на сила от 5 до 50 метра в секунда. Получените петна варират от 1 до 4 мм в диаметър.

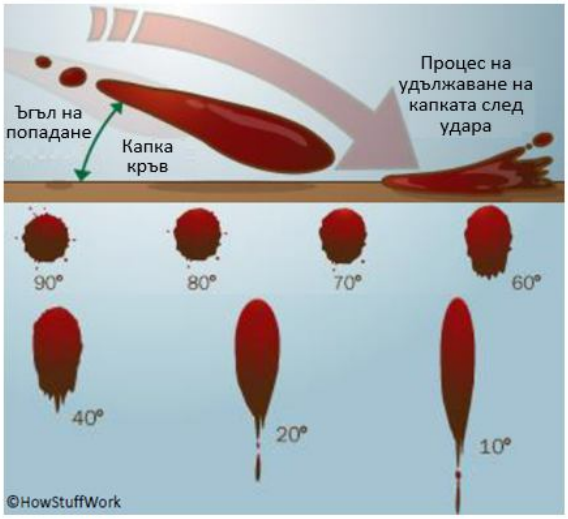
3) **Висока скорост на удар на кръвния поток**

   Високата скорост на разпространение на петната от кръв се създава, когато източникът на кръв е подложен на сила със скорост по-голяма от 50 метра в

секунда. Полученото петно обикновено е по-малко от 1 mm в диаметър, въпреки че може да се наблюдават, както по-малки, така и по-големи петна.

Ъгъл на удар на капката

Ъгълът, под който капката кръв се удря в повърхността, може да помогне да се определи от каква посока идва тя. Ъгълът на съприкосновение е остър ъгъл, който се образува между посоката на разпространение на капката кръв и повърхността, върху която тя попада (Фиг. 9). Това е важно измерване, което позволява да се определи обсега на сблъсъка и зоната на произход на кръвния поток.



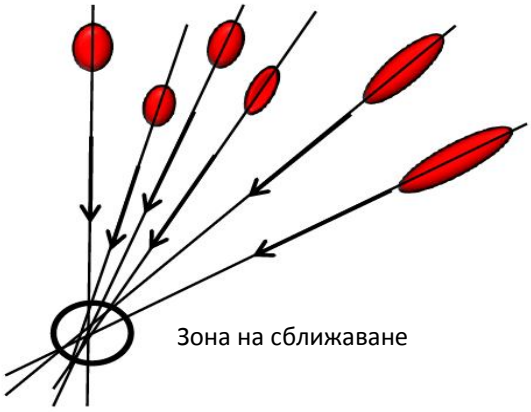
Фиг. 9 – Удължаване на капката кръв, показващо ъгъла на удара. *Източник:* HowStuffWorks

Формите, получени в следствие на разпространяването на кръвните петна са повлияни от ъгъла на удара. Когато капката кръв се приземи напълно вертикално на повърхността, т.е. при ъгъл от 90°, се образува кръгло петно (ширината и дължината му са равни). Тъй като ъгълът на удара намалява, капката кръв става все по-дълга, с елипсовидна форма (по-дълга и по-тънка), като се оформя "опашка". Опашката на капчицата е важен източник при възстановяването на модела на разпръскване на кръвния поток, защото това ще покаже посоката на движение на капката, при влизане в контакт с повърхността, т.е. произхода на капката ще бъде от обратната посока.

Зона на сближаване и област на произход

Местоположението на източника на кръвта може да се определи, ако има разпръснати най-малко две капки кръв. Чрез съставянето на линии (наречени „линии на сближаване“) от центъра на надлъжната ос на всяко конкретно петно от кръв, до мястото, където линиите от отделните петна се срещат, се получава област, която се нарича „зона на сближаване“ (Фиг. 10).

Зоната на сближаване показва точката на събитието (т.е. въздействието), което е довело до последващо разпространяване на кръвта. Тази зона се разглежда само посредством двуизмерно разпределение (по осите X и Y), което не определя на какво разстояние от областта се е случило събитието.



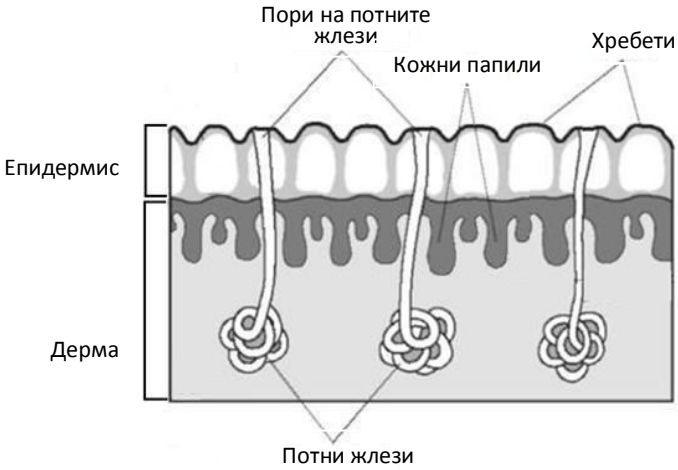
Фиг. 10 – Двуизмерна зона на сближаване на отделни петна в рамките на един модел

За да се установи информация, свързана с относителната позиция на жертвата (стоящо положение, на колене, седнало или легнало положение) е необходимо да се определи района на произход на кръвния поток. Областта на произхода представлява комбинация от двуизмерната зона на сближаване на кръвните капки в комбинация с ъгъла, изчислен при попадането на всяко от избраните петна. Ъгълът при удара добавя третото измерение при определяне на областта на сближаването, в следствие на което се създава пространствена представа за местоположението на източника на кръвния поток.

Пръстови Отпечатъци

Пръстовите отпечатъци са важно научно откритие в криминалистиката, което дава възможност за прилагането на нов метод от правозащитните органи в целия свят, подпомагайки процеса на разследване на престъпления.

Пръстовият отпечатък е уникален за всеки индивид и обикновено се определя като отпечатък, оставен от кожните издатъци - хребети (или фрикциони) на пръстите. Фрикционните хребети са издигнатите части на епидермиса, разположени на вътрешната повърхност на ръцете и стъпалата на краката, които са подредени в свързани участъци на повърхността на кожата (Фиг. 11). Хребетите са малки разширения на дермата в епидермиса, които ни помагат при хващане на предметите, които докосваме.

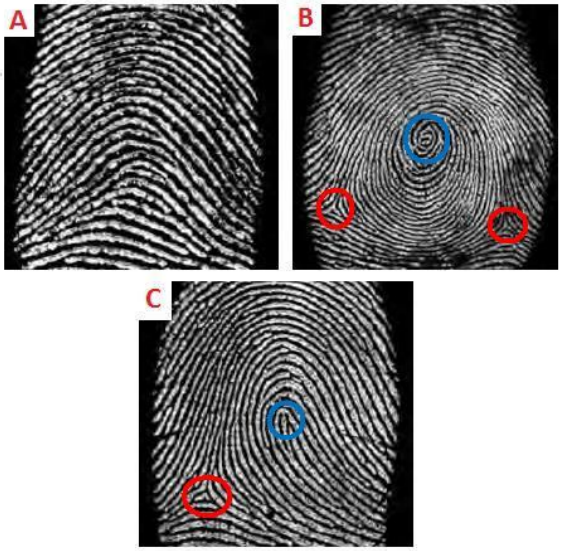


Фиг. 11 – Схематично представяне на слоевете на кожата и фрикционните хребети при човека

Отпечатъкът от пръстите се състои от естествени секрети на потните жлези, чиито пори се намират в хребетите на повърхността на кожата. Тези секрети са предимно комбинация от вода, масла и соли, а също така и замърсявания от ежедневните дейности.

Характеристики на пръстовите отпечатъци

Пръстовите отпечатъци носят имена, свързани с техния общ външен вид и модел. В този смисъл, те се наричат дъги, спирали и примки. Дъгите са най-простият модел на пръстов отпечатък (само 5% от общия брой на населението имат подобен модел), характеризиращи се с хребетни линии, които започват от едната страна на пръстовия отпечатък и завършват от другата страна, с покачване в центъра (Фиг. 12, А). Спираловидните пръстови отпечатъци изглеждат като център на мишена с две делти, разположени отстрани (Фиг. 12, В) (30% от цялото население има спираловиден модел на пръстов отпечатък). Моделите примка се характеризират с хребетни линии, които започват от едната страна, или отдясно или отляво на модела, правят извивка и излизат от същата страна, откъдето са започнали (около 65% от цялото население има подобни пръстови отпечатъци) (Фиг. 12, С).



Фиг. 12 – Модели на пръстови отпечатъци: А: Дъга; В: Спирала и С: Примка. Червени кръгове - Делти; Сини кръгове - ядра

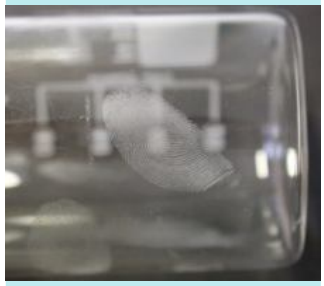
Когато криминалистите изследват пръстови отпечатъци, те виждат две неща: наличие на ядро и делти, където ядрото е центърът на една линия или спирала, а делтата е триъгълна област, разположена в близост до една затворена линия (Фиг. 12).

Видове пръстови отпечатъци

Пръстовите отпечатъци могат да бъдат три вида: явни, пластични или латентни. Явните отпечатъци се наричат още видими, тъй като са оставени върху гладка повърхност, в следствие на допир с ръце, които преди това са осъществили контакт с кръв, мастило, или някаква друга течност. Пластичните пръстови отпечатъци са вдлъбнатини, останали в някакъв вид мек материал, като глина, маджун или восък.

Те също са видими. Латентните пръстови отпечатъци, или още - скрити отпечатъци, са причинени от пренасянето на масла и други секрети на тялото върху дадена повърхност, които могат да станат видими едва след допълнителна обработка.

Процесът на откриване на латентни пръстови отпечатъци може да бъде сложен и обикновено налага допълнително използване на прахообразни вещества или химични реагенти, за да се получи висока степен на визуална разлика между моделите на хребетите и повърхността, върху която са били оставени пръстовите отпечатъци. Визуалното изследване винаги е първата стъпка в разкриването на латентни пръстови отпечатъци, като за целта се използва силно осветяване с неразрушителна светлина. След визуалната проверка могат да бъдат използвани и други методи за разкриване на отпечатъци. В този смисъл, методите за разкриване на пръстови отпечатъци с помощта на прахообразни вещества, йодно изпарение и сребърен нитрат са считани за "класически" методи, които са използвани още от 19 век насам. Въпреки това, има и други често използвани методи, като например методът основан на изпарението на силни, бързосъхнещи лепила.



Знаете ли, че?

Изпарението на лепила е метод, който е открит случайно през 1976 г., когато Масао Соба забелязва бели следи от пръсти по повърхността на бързосъхнещо лепило. През 1980 г. Франк Кендъл е подобрил процеса, като го адаптира за снемане на латентни пръстови отпечатъци

Един от най-разпространените методи за откриване и събиране на латентни пръстови отпечатъци се основава на прилагането на прахообразни вещества като: черна гранулирана пудра (от англ. „black granular powder“); пудра с алуминиеви люспи (от англ. „aluminum flake powder“); черна магнитна пудра (от англ. „black magnetic powder“) и др., които се използват главно за поръсване върху непорести повърхности, като стъкло и полиран метал. Това са едни от най-често използваните средства за разкриване на пръстови отпечатъци върху неподвижни обекти на местопрестъпленията.

От откриването си през 1976 г., методът основан на изпарението на бързосъхнещи лепила, наричан още „цианоакрилно изпарение“ (от англ. „cyanoacrylate fuming“), по името на една от основните съставки на тези лепила, се

превръща в един от най-често използваните методи за разкриване на скрити отпечатъци. Този процес се използва също и за разследване на латентни пръстови отпечатъци, оставени върху непорести лъскави повърхности, като стъкло, пластмаса, и полиран метал.

ДНК Профилиране

Знаете ли, че?

99.9% от последователността на веригата на нашето ДНК е същата, като тази на другите хора

На земята няма двама човешки индивида, които да имат една и съща ДНК, с изключение на едноякчните близнаци. През последните 20 години, ДНК-анализът се превърна от сравнително второстепенна съдебномедицинска процедура в изключително важна част от работата на всяка криминалистична лаборатория. От появата на ДНК профилирането през 1980 г., ДНК се е използвала, с цел разследване на престъпления, установяване на бащинство и идентифициране на жертви от войни и големи бедствия. Тъй като всеки човек е уникален, ДНК доказателствата, получени от местопрестъпление или неидентифицирано тяло дават възможност, както за проследяване на престъпление, така и за елиминиране на заподозрян.

Има няколко вида биологични доказателства, които обикновено се използват за целите на ДНК-анализа в криминалистиката, като например: кръв, слюнка, семенна течност, кожа, урина и коса.

Знаете ли, че?

Ако развиете цялата ДНК, която имате във всичките си клетки, можете да стигнете до Луната 6000 пъти

Структура и функции на ДНК

За да разберем как ДНК се анализира в криминалистиката, е важно да се познава нейната структура и функция. ДНК е молекула, която се състои от две нуклеотидни нишки, свързани заедно от водородни връзки, в спираловидна форма. Нуклеотидната молекула се състои от трифосфатна

група, дезоксирибозна захар и един от четирите вида азотсъдържащи бази (аденин, гуанин, тимин и цитозин).

В основата си ДНК е молекула, която притежава цялата информация и характеристики на един организъм. Важно свойство на ДНК е че тя може да се репликира (т.е. да прави копия на самата себе си).

В молекулите на ДНК се съхранява генетична информация, участваща в структури, които са наречени хромозоми. Човешкият геном се състои от повече от 3 милиарда базови двойки от информация, организирани в 23 двойки (общо 46) хромозоми в ядрата на повечето човешки клетки. Едната хромозома във всяка от двойките се наследява от майката, а другата хромозома е наследена от бащата. ДНК в хромозомите се нарича ядрена ДНК и е почти идентична във всички клетки на човешкото тяло. Друг вид ДНК се намира в митохондриите на клетката. Митохондриалната ДНК съществува под формата на кръгова линия и за разлика от ядрената ДНК, се предава на следващото поколение от майката. Ето защо, митохондриалната ДНК на индивида е същата като митохондриалната ДНК на майката. Митохондриалната ДНК се използва в криминалистичните анализи по ред причини, тъй като тя съществува в по-големи количества, отколкото ядрената ДНК.

Криминалистично ДНК профилиране

ДНК профилирането за целите на криминалистиката е известно още като снемане на „ДНК пръстов отпечатък“ (от англ. „DNA fingerprinting“). Това е техника, използвана от криминалистите за идентифициране на индивидите въз основа на особеностите в тяхното ДНК.

Необходими са няколко стъпки преди да бъдат анализирани и сравнени ДНК пробите. Първата стъпка в получаването на проба „ДНК пръстов отпечатък“ е да се извлече ДНК от клетъчното ядро. Клетките се изолират от тъканта, а след това се разрушават с цел отделяне на ДНК от ядрената и клетъчна мембрана, както и от протеините и другите клетъчни компоненти. Втората стъпка е увеличаване на ДНК чрез използване на полимеризираща верижна реакция (PCR), с което се увеличават някои части от ДНК. Третата и последна стъпка е електрофореза.

Електрофорезата е метод на разделяне на молекулите според размера на ДНК

фрагментите, под влияние на електрическо поле.

Един от най-известните начини за електрофореза се основава на използването на гел за електрофореза. Гелът има пореста матрица, която се използва за разделяне на молекулите на ДНК. Видът на матриците, които се използват (най-често агароза или полиакриламид) зависят от размера на фрагментите на ДНК, които ще се наблюдават.

Фиг. 13 – Модел на апарат за електрофореза

Поради разликата в размера на порите на матриците в геловете, агарозният гел обикновено се използва за отделни сегменти, вариращи от 0.2 kb до 50 kb (1 kb = 1000 базови двойки), а полиакриламидния гел се използва за да се отделят малки сегменти до 1 kb.

След като ДНК пробата се зареди отрицателно (всеки нуклеотид има отрицателно зареден фосфат прикрепен към него), то под действието на електрическото поле ще се осъществи движение към положителния електрод. По-големите молекули ще се движат по-бавно през гела, докато по-малките ще се придвижват по-бързо. По този начин фрагментите ще се подредят в зависимост от размера им, като по-малките ще се преместят по-близо до положителния полюс. Тъй като ДНК се движи, то различните фрагменти ще образуват групи, които са съставени от много идентични копия на конкретен размер участък от ДНК (Фиг. 13).

Упражнения

Упражнение II-А: Това наистина ли е кръв?

Мерки за безопасност

Използвайте предпазни ръкавици и облекло, предпазни очила и лабораторни маски.

Приема се, че всички червени разтвори са кръвни проби, които се обработват според правилата за безопасност.

След използването на материалите, изхвърляйте биологичните отпадъци на определено за това място.

Обща информация

Наличието или липсата на петна от кръв, често пъти осигурява важна информация при воденето на наказателни дела. Поради тази причина, в много от случаите криминолозите са търсени, за да определят дали дадено петно е действително от кръв или не. Криминалистите използват химични анализи, като например вероятностни тестове на кръвта, за да разкрият наличието на следи от кръв.

Химичните методи, използвани при вероятностните тестове се основават на окислително-редукционна реакция, катализирана от молекулата на хема, която е компонент на хемоглобина. Молекулата на хема катализира различни безцветни субстрати при подлагането им на окислителна реакция, което довежда до промяна в цвета им или хемилуминесценция.

Окислително-редукционната реакция е свързана с промени в степента на окисление. По-конкретно, по време на процеса на окисление, молекулата отдава електрони, а по време на процеса на редукция, молекулата приема електрони. Водородния пероксид обикновено се използва като окислител във вероятносните тестове, а молекулата на хема служи като катализатор за окислително-редукционната реакция. Катализаторът е вещество, което променя скоростта на химичната реакция, но не влияе или променя протичащата реакция.

Какво се случва?

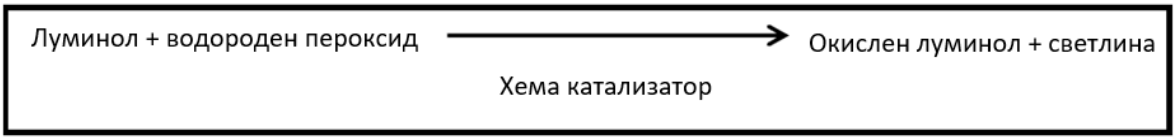
При провеждането на тест „Луминол“ се извършва разпръскване на смес с луминол върху предполагаемата зона за изследване и когато луминолът влезе в контакт с петно от кръв се излъчва ярка синя светлина. Получената химическа реакция е пример за хемилуминисценция. От друга страна, при провеждането на теста „Касъл-Майър“, когато към червено петно се добавя безцветен разтвор на „Касъл-Майър“, то при действителното наличие на кръв, разтворът придобива наситен розов цвят.

Как работи?

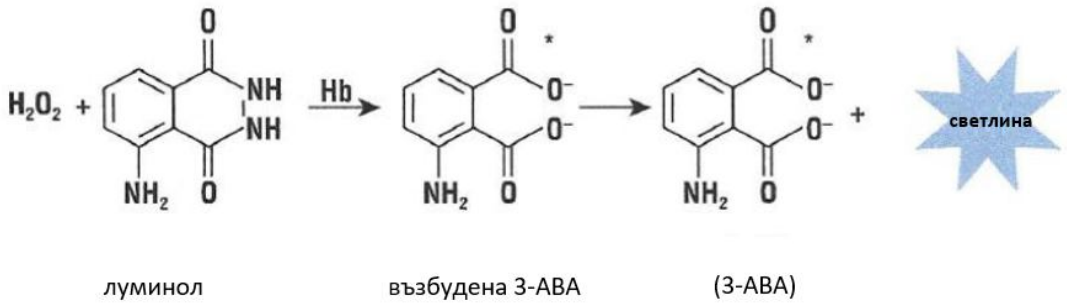
Тест „Луминол“:

Луминолът е химично вещество, което има специфичното свойство да излъчва светлина, когато се окислява от окислител - обикновено разтвор на водороден пероксид, в алкален (основен) разтвор. Но тази реакция няма да възникне, ако не е наличен катализатор. В случая с луминол, катализаторът е желязото, което се съдържа в молекулата на хема.

Реакцията на луминол е пример за хемилуминисценция.



Когато луминолът взаимодейства с водородно пероксидна сол (H_2O_2) се образува двувалентен анион (дианион). Кислородът, произведен от водородния пероксид след това взаимодейства с двувалентния анион на луминол. Продуктът от тази реакция е органичен пероксид, който е много нестабилен и веднага се разпада със загуба на азот, като се образува киселина: 3–аминовталатна киселина (3-АВА) във възбудено състояние. При стабилизирането на получената 3-АВА киселина се освобождава видима синя светлина (Фиг. 14).



Фиг. 14 – Химическа реакция между водороден пероксид и луминол в присъствието на хемоглобин

<u>Тест „Касъл-Майър“</u>

Разтворът на „Касъл-Майър“ се състои от редукцирана форма на фенолфталеин и водороден пероксид, които реагират един с друг за получаването на розов разтвор, същоящ се от вода и фенолфталеинов йон.

Хема + Водороден пероксид + Редуциран фенолфталеин (безцветно)		Хема + Вода + Фенолфталеин (розов цвят)
	или	
Хема (катализатор) + H_2O_2 + $C_{20}H_{14}O_4$		Хема (катализатор) + $2H_2O$ + $C_{20}H_{12}O_4^{2-}$

Фенолфталеинът е модифициран, като се редукцира и разтваря предварително в алкален разтвор. Това му придава леко жълт цвят. След това, при наличието на водороден пероксид (H_2O_2) в алкален разтвор, хемоглобинът в кръвта катализира окислението на тази форма на фенолфталеина до нормалната му форма ($C_{20}H_{12}O_4^{2-}$), като се образува интензивен розов цвят.

Последователност от действия за извършването на тест „Луминол“

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. Отворете пулверизатора за дестилирана вода и добавете две таблетки „Блустар“ (Bluestar®) за криминалистични анализи.
3. Завъртете плътно накрайника на пулверизатора.
4. Пулверизаторът се разклаща внимателно, с кръгови движения на ръката, докато таблетките се разтворят напълно.

   Внимание: НЕ РАЗКЛАЩАЙТЕ контейнера нагоре-надолу.
5. Напръскайте пробите в затъмнено помещение с разтвора на луминол (положителна контрола, отрицателната контрола, Доказателство №1, Доказателство №2 и Доказателство №5). Пробите трябва да се изследват една по една.
6. Ако кръвната проба е действителна, мигновено ще се появи положително оцветяване със синя светлина.
7. Запишете вашите резултати в таблицата за данни (Таблица 3).

Таблица 3 – Таблица на резултатите от тестовете

Проби	Резултати	Анализ на резултатите
Петно от кръв (положителна контрола)		
Кетчуп (отрицателна контрола)		
Доказателство №1		
Доказателство №2		
Доказателство №5		

Последователност от действия за извършването на теста „Касъл-Майър“

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. Намокрете памучен тампон с две капки етанол 96% и леко разтривайте мокрия тампон върху изследваното петно (проба) от кръв (осигурено от учителя).
3. Капнете три капки от разтвора на „Касъл- Майър“ върху тампона.
4. Капнете три капки водороден пероксид върху тампона.
5. Ако кръвната проба е действителна, в рамките на секунди ще се появи положително оцветяване с розов цвят.
6. Използвайки чисти памучни тампони, повторете стъпките от т. 2 до т. 4 за останалите проби от кетчуп и за Доказателство №1, Доказателство №2 и Доказателство №5.
7. Запишете вашите резултати в таблицата за данни (Таблица 4).

Таблица 4 – Таблица на резултатите от тестовете

Проби	Резултати	Анализ на резултатите
Петно от кръв (положителна контрола)		
Кетчуп (отрицателна контрола)		
Доказателство №1		
Доказателство №2		
Доказателство №5		

Въпроси:

1. Обяснете защо трябва да се използва едновременно и положителна и отрицателна контрола преди тестване на неизвестни петна:

   а) Положителна контрола:

   _____

   _____

   б) Отрицателна контрола:

   _____

   _____

2. Обяснете как е възможно да се получи положителна реакция с тестовете „Касъл-Майър“ и „Луминол“ при използването на кръвни проби от прасе, ако животинската кръв е различна от човешката кръв.

   _____

   _____

3. Обяснете защо в теста „Касъл-Майър“ реагентите не се прилагат директно върху оригиналното петно от кръв.

   _____

   _____

4. В теста „Касъл-Майър“ розовият цвят трябва да стане очевиден веднага:

   а) когато се прилага разтвора на „Касъл-Майър“ върху тампона с памук.

   б) когато се прилага водороден пероксид върху тампона с памук.

   Обяснете вашия отговор.

   _____

   _____

Упражнение II-B: Анализ на кръвни групи

Мерки за безопасност

Използвайте предпазни ръкавици и облекло, предпазни очила и лабораторни маски.

Приема се, че всички червени разтвори са кръвни проби, които се обработват според правилата за безопасност.

След използването на материалите, изхвърляйте биологичните отпадъци на определено за това място.

Обща информация

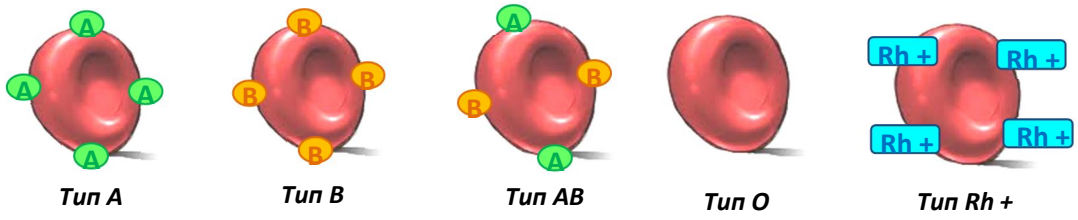
Кръвта обикновено е основната следа намерена на местопрестъплението. Тя се състои от течна част, която е наречена плазма и съдържа най-вече вода и разтворени хранителни вещества, минерали и кислород. В плазмата се намират и плътни вещества, състоящи се главно от няколко вида клетки: червени кръвни клетки, бели кръвни клетки и тромбоцити.

Кръвта се счита за съответен клас доказателство, защото много различни хора имат една и съща кръвна група. При определянето на типа на кръвната група, намерена на местопрестъплението, е възможно тя да се свърже със заподозрян от местопрестъплението, или напротив – той може да бъде отхвърлен. Въпреки това, съвпадането на видовете кръвни групи не доказва вина, тъй като множество лица имат една и съща кръвна група.

Видът на кръвта на определена личност зависи от наличието или липсата на определени антигени (обикновено протеин), които са намерени в състава на дадена клетка или в плазмените мембрани на червените кръвни клетки.

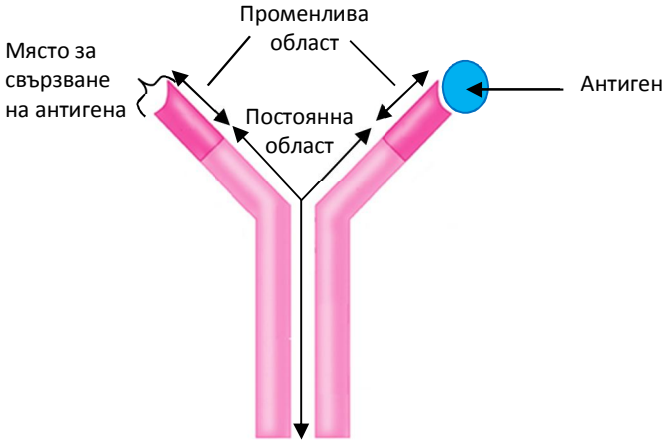
Как работи?

Наличието или отсъствието на A и B антигени на червените кръвни клетки определя типа на кръвта на човека. За целта са идентифицирани четири основни вида кръвни групи: A, B, AB (когато са налични и двата антигена) и O (когато нито от антигените не присъства). Третият важен антиген в кръвта е резус-факторът. Хората притежаващи Rh-фактор са с Rh-положителен (Rh+), а тези, които го нямат са с Rh-отрицателен (Rh-) (Фиг. 15).



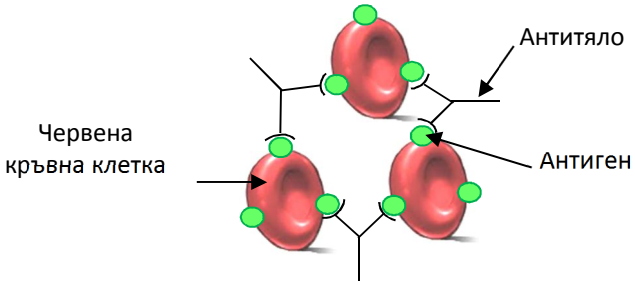
Фиг. 15 – Схематично представяне на антигените при различните видове човешки АВО кръвни групи и Rh-фактор

Кръвните групи се определят с помощта на използване на антитела (като анти-А, анти-В и анти-Rh), които взаимодействат по специфичен начин с А, В и Rh антигените. Антителата са известени също и като имуноглобулини. Те са големи Y-образни протеинови молекули, произведени от клетките на плазмата и се използват в имунната система. Антителата се свързват с молекулната форма на даден антиген, като прилягат подобно на две допълващи се парчета пъзел (Фиг. 16).



Фиг. 16 – Обща структура на антитяло с мястото на свързване на антиген

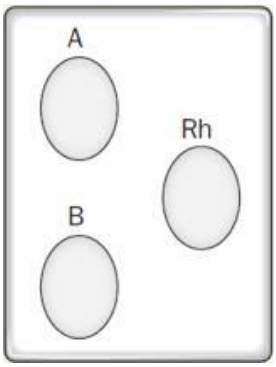
Когато антитела и антигени от един и същ тип (например, анти-А и антиген А) се обединяват, един от клоновете на Y-образното антитяло се прикрепва към червена кръвна клетка, вторият Y-клон се свързва с друга червена кръвна клетка, като протича процес на аглутинация или слепване на червените кръвни телца (Фиг. 17).



Фиг. 17 – Реакция на аглутинация между антитела и антигени в клетъчната повърхност

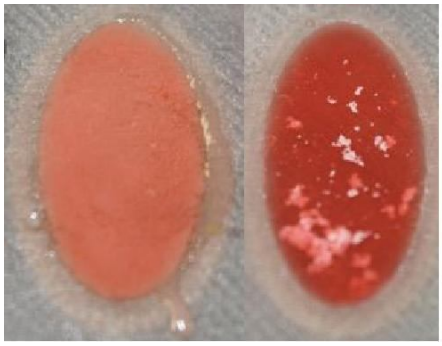
Последователност от действия

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. С помощта на перманентен маркер надпишете шестте съда за кръвни проби, както следва:
   а. Съд 1: Доказателство №4;
   б. Съд 2: Доказателство №5;
   в. Съд 3: Жертва;
   г. Съд 4: Заподозрян 1;
   д. Съд 5: Заподозрян 2;
   е. Съд 6: Заподозрян 3.
3. Също така, надпишете гнездата (A, B, Rh), както е показано.



4. За да се определи типа на кръвната група от Доказателство №4, поставете 4 капки от симулираната кръвна проба във всяко от гнездата A, B и Rh на съд 1.
5. Повторете действията за всеки от съдовете: Заподозрян 1, 2, 3 и Жертва.
6. За Доказателство №5, поставете парче от оцветения с кръв плат (приблизително 1 см x 1 см) във всяко от гнездата A, B и Rh на съд 2.
7. Добавете 4 капки от анти-A серума (синя бутилка) към всяко от шестте гнезда обозначени с A.
8. Добавете 4 капки от анти-B серум (жълта бутилка) за всяко от шестте гнезда обозначен с B.
9. Добавете 4 капки от анти-Rh серума (зелена бутилка) за всяко от шестте гнезда обозначен с Rh.
10. Вземете три клечки за зъби. Разбъркайте за 30 секунди пробите с анти-серумите, като използвате отделна чиста клечка за зъби за всеки от тях. За да се избегне разпръскването на симулираната кръвна проба, не натискайте прекалено силно върху съдовете.
11. Наблюдавайте всеки от опитните съдове и запишете вашите резултати в Таблица 5. Въз основа на протичането на аглутинация, се определя и записва всяка кръвна група.

Възможни резултати:



Протекла е аглутинация

Не е протекла аглутинация

Таблица 5 – Таблица на резултатите от тестовете

Проби	Резултати	Анализ на резултатите
Доказателство №4		
Доказателство №5		
Жертва		
Заподозрян 1		
Заподозрян 2		
Заподозрян 3		

Въпроси:

1. Въз основа на получените резултати, има ли съвпадение на вида на кръвната проба от Доказателство №4 с кръвната група на някои от тримата заподозрени или с тази на жертвата?

   ☐ Да ☐ Не

   Обяснете вашия отговор:

   _____

   _____

2. Въз основа на получените резултати, има ли съвпадение на вида на кръвната проба от Доказателство №5 с кръвната група на някои от тримата заподозрени или с тази на жертвата?

   ☐ Да ☐ Не

   Обяснете вашия отговор:

   _____

   _____

3. Обяснете следната сентенция: "Когато кръвната група на един от заподозрените лица съвпада с тази от кръвната проба получена от местопрестъплението, това не доказва, че заподозреният е виновен".

   _____

   _____

4. Кръвните групи се определят в зависимост от наличието на антигени, намиращи се в/във:

   а) Всички клетки на кръвта;

   б) Белите кръвни телца;

   в) Т-хелперни клетки;

   г) Червени кръвни телца;

5. Ако човек има О+ кръвна група, то той има:

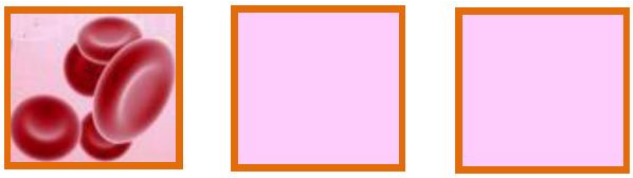
   а) А и В антигени, но няма Rh-антиген;

   б) О антиген, но няма Rh-антиген;

   в) Няма никакви АВО и Rh- антигените;

   г) Има Rh-антиген, но няма А или В антигени;

6. Определете вида на следващите изследвани кръвни групи. Посочете дали кръвната група на лицето е тип A, B, AB или O. Не пропускайте да посочите дали лицето е Rh+ или Rh- за всеки кръвен тест, показан по-долу.

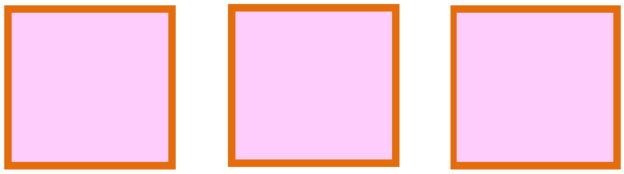


А-антитела В-антитела Rh-антитела

Вид: _____

А-антитела В-антитела Rh-антитела

Вид: _____



А-антитела В-антитела Rh-антитела

Вид: _____

7. Обяснете защо е необходимо да се определи кръвната група на жертвата при изследването на намерените на местопрестъплението следи и същевременно да се определи дали те принадлежат на конкретен заподозрян.

_____

_____

Упражнение II-C: Анализ на модела на кръвния поток?

Мерки за безопасност

Използвайте предпазни ръкавици и облекло, предпазни очила и лабораторни маски.

Приема се, че всички червени разтвори са кръвни проби, които се обработват според правилата за безопасност.

След използването на материалите, изхвърляйте биологичните отпадъци на определеното за това място.

Обща информация

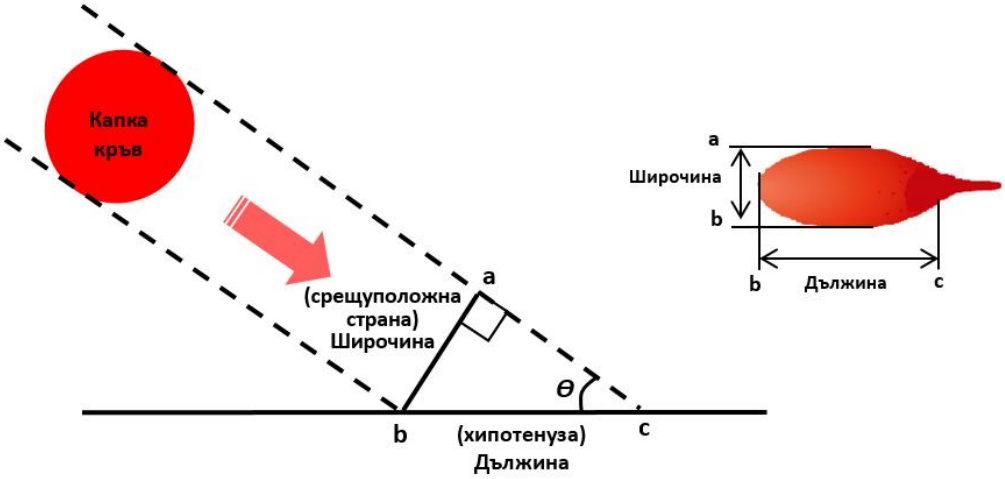
Анализът на разпръскването на кръвния поток е мощен криминалистичен инструмент. Моделите на кръвния поток позволяват на следователите да възстановят процеса на случилото се на местопрестъплението. Те помагат да се "разкаже историята" на извършеното престъпление и да се помогне на разследващите да определят дали разказите на очевидците съответстват с доказателствата.

Експериментите с кръвни проби показват, че по време на полет капката кръв има тенденцията да се превръща в сфера, което е резултат от повърхностното налягане, свързващо молекулите заедно. Тази сферична форма на кръвната капка по време на полет е важна за изчисляването на ъгъла, под който капката кръв се удря в повърхността. Този ъгъл ще се използва за определяне на зоната, от която произхожда кръвта - областта на произход.

Как работи?

<u>Ъгъл на удар на кръвната капка</u>:

Ъгълът на удара може математически да бъде определен въз основа на вида на разпръснатите сферични петна кръв. При по-прецизно измерване на дължината и ширината на петното от кръв е възможно да се изчисли ъгълът на удара, като се използва следната формула за инверсия на sin (arcsin или $\sin^{-1}$):

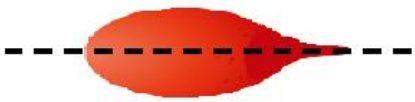


$$\textbf{Ъгъл на удара} = \frac{\text{противоположна страна}}{\text{хипотенуза}} = arcsin\frac{\text{височина } (a-b)}{\text{дължина } (b-c)}$$

Ъгълът на удара определя стойността на аркуссинус (arcsin) и може да се определи от тригонометричните таблици или с помощта на специфичен научен калкулатор, който има функцията arcsin (изпозван и като $\sin^{-1}$).

<u>Зона на сближаване:</u>

Областта на сближаване може да бъде определена въз основа на геометричния характер на петната от кръв в рамките на модела на разпръскването на потока. За целта, от всички "страни" на един модел се избират няколко отделни, добре оформени петна от кръв, след което се очертава права линия, преминаваща през надлъжната ос на петната, следвайки линията на опашките им. Пресечната точка на тези линии е зоната на сближаването.

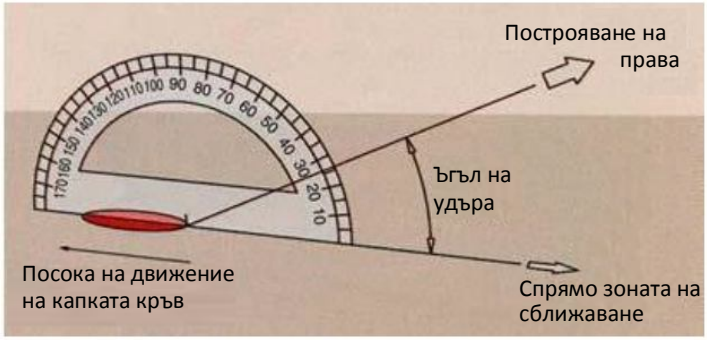


Надлъжна ос на кръвното петно

Област на произход:

Областта на произход се представя като триизмерно изображение в пространството, чрез използването на проста тригонометрия, която може да бъде определена въз основа на измерванията направени на множество продълговати разпръснати петна от кръв, в комбинация с ъгъла на техния удар при попадане. Това определение може да бъде постигнато чрез използването на „метода на струната“ (от англ. „string method“[5]), начертаване на допирателни и изчислителен анализ.

Най-често използваният метод за определяне на зоната на произход на кръвния поток на местопрестъплението е „метода на струната“. Този метод се състои в поставяне на струна (права, построена в тримерното пространство) в основата на всяко от петната от кръв, с цел да се проектира съвкупност от струни (прави), които да бъдат построени спрямо посоката на зоната на сближаването. Това се постига чрез поставяне на транспортир върху правите, с помощта на който, те се построяват в съответствие с предварително определения ъгъл на удара (Фиг. 18). Така правата се свързва към оста X, поставена под ъгъл 90° по отношение на областта на сближаване. Този процес на изграждане на струните се повтаря за всяко от избраните петната от кръв.



Фиг. 18 – Позициониране на транспортира върху изследваното петно

[5] В теорията на физиката „струнната теория“ е теоретичен модел, в който точковидни елементарни частици се заменят с едномерни обекти, наречени струни. По този начин се описва как тези обекти се разпространяват в пространството и взаимодействат помежду си.

Последователност от действия

Част 1: Връзка между диаметъра на кръвната капка и разстоянието ѝ на попадане

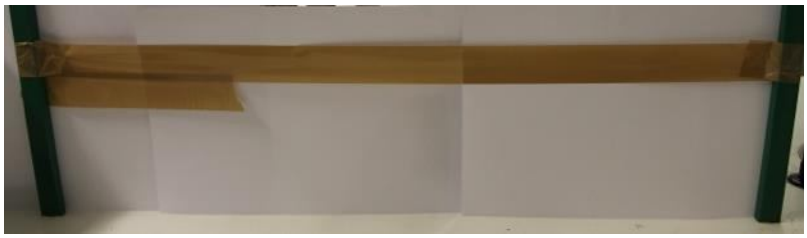
1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. Постелете вестник на пода на работната зона.
3. Подгответе карти, които да бъдат използвани за целите на експеримента, като ги изрежете от обикновена хартия с размери 10 x 15 см.
4. Подгответе по две карти, които ще бъдат използвани за всяка от височините на падане на кръвните капки (вж. Таблица 6).
5. Надпишете горния десен ъгъл на всяка карта с височината на падане на кръвната капка.
6. Поставете надписаната карта на вестника.
7. Използвайте измервателен уред, например сантиметър, за да измерите разстоянието над картата.
8. Държейки сантиметъра вертикално, поставете капкомера 25 см над пода и капнете една капка от симулираната кръвна проба върху една от картите.
9. Повторете този процес с подготвената втора карта, като я задържите на 25 см.
10. Повторете стъпките от 5 до 8, като променяте разстоянието на падане на кръвните капи от височини: 50, 100, 150, 200, и 220 см.
11. Оставете картите да изсъхнат. Не мърдайте картите докато не изсъхнат (поне 20 минути). Когато премествате картите, не ги обръщайте, защото кръвните проби ще бъдат засегнати от гравитацията.
12. Използвайте шублер или линия за измерване на диаметъра на всяка кръвна капка, като записвате резултатите от измерванията в Таблица 6. Направете измерванията в най-широката част на основната капка. В измерването не трябва да се включват „сателитите“ или „шиповете“ на капките.
13. Определете средно аритметичната стойност на диаметъра на кръвните капки за всяка височина и ги запишете в таблицата с данни (Таблица 6).

Таблица 6 – Влияние на височината върху диаметъра на кръвната капка

Височина на падане на капката (см)	Диаметър на капката (см)	Диаметър на капката (см)	Средно аритметично на диаметъра (см)
25			
50			
100			
150			
200			
220			

Част 2: Създаване на карта на разпръснатата кръв с различни ъгли на попадане

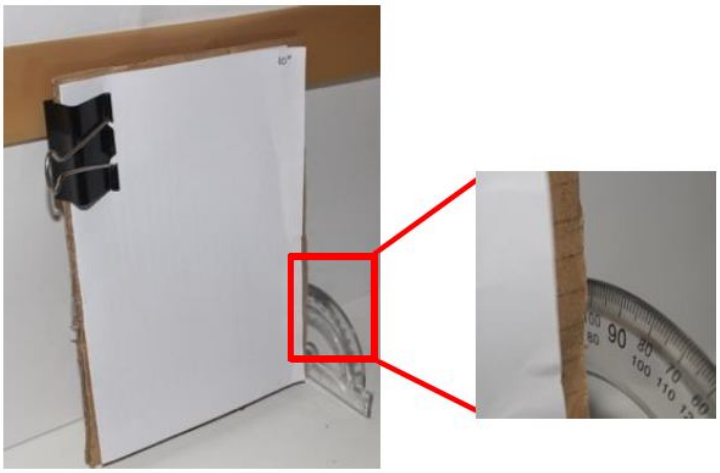
1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. Подгответе карти, които да бъдат използвани за целите на експеримента, като ги изрежете от обикновена хартия с размери 15 x 21 см (например: хартия с формат А4, разделена на равни части).
3. Изрежете и подгответе от плоско парче картон или друг подобен материал, с размери 17 x 22 cm, 9 папки тип „клипборд“[6] за поставяне на картите.
4. Обозначете картата с ъгъла на удара, който ще се изследва.
5. С помощта на щипка захванете картата за клипборда.
6. Използвайте две оси, като ги закрепите една към друга с помощта на опаковъчно тиксо (със залепващата повърхност надолу) и поставите клипборда към лентата така, че да се задържи на едно място.



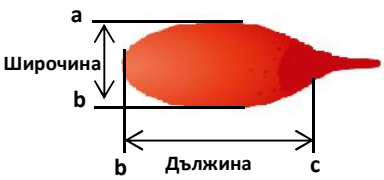
[6] Папка с твърда подложка и специален притискателен механизъм за задържане на листата.

а) Поставете транспортира с основата си към пода и с нулевото деление в края на клипборда.

б) За да се изчисли желания ъгъл на попадане на кръвната капка, отчетете с транспортира 90 градуса минус желания ъгъл (90-10 = 80) (вж. ъглите в Таблица 7).



7. Започнете с ъгъл от 10 °. Изчислете необходимите настройки на транспортира.
8. Капнете две капки симулирана кръв в картата от височина 30 см.
9. Докато първата карта изсъхне, подгответе втория клипборд и карта и повторете стъпки 5 и 6 за следващия ъгъл.
10. Оставете картите да изсъхнат напълно. Не местете и не вдигайте картите в продължение на поне 20 минути.
11. Измерете дължината и ширината на всяка капчица в милиметри, както е посочено по-долу. Не се вземат предвид удължените опашки на кръвните капки. Измерва се само основната област на капката с яйцевидна форма.



12. Определете стойността на R (R = W/L), като разделите ширината на получилите се кръвни капки на тяхната дължина (вж. Таблица 7).
13. Определете действителния ъгъл на попадане на получените разпръсквания на кръвни капки, с помощта на калкулатор и като използвате формулата:

$$\text{Ъгъл на удара} = \sin^{-1} \frac{\text{Широчина}}{\text{Дължина}}$$

14. Запишете цялата получена информация в Таблица 7.

Таблица 7 – Таблица на резултатите от тестовете

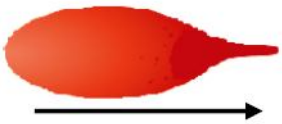
Очакван ъгъл на удара	Дължина L (мм)			Широчина W (мм)			R = W/L	Действи-телен ъгъл на удара
	1-ва капка	2-ра капка	Средно аритметично на дължината	1-ва капка	2-ра капка	Средно аритметично на широчината	Средно аритметично на R	
10°								
20°								
30°								
40°								
50°								
60°								
70°								
80°								
90°								

Част 3: Разследване на местопрестъплението

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. Въз основа на няколко кръвни капки, определете зоната на произход на кръвния поток:

   а) Идентифицирайте шест големи капки кръв.

   б) Определете посоката на движение на всяко разпръскване от кръвния поток, чрез локализиране на опашките на кръвните капки.



Посока на движение

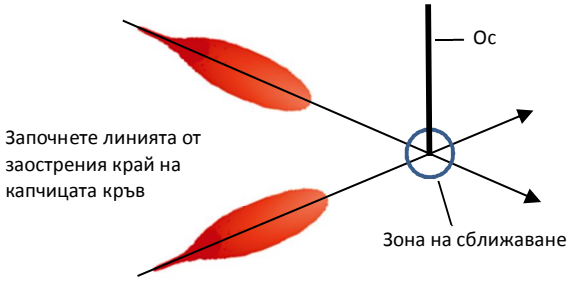
в) Определете ъгъла на удара на кръвните капки (Таблица 8). За да се изчисли ъгълът на удара е необходимо да използвате синусова теорема. Не забравяйте, че когато се измерва дължината на кръвната капка не се взема предвид тънкото разширение от заострения край.

Ъгъл на удара = $\sin^{-1} \frac{\text{Широчина}}{\text{Дължина}}$

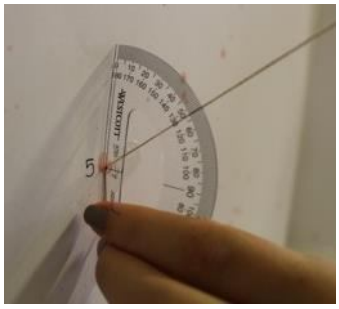
г) Използвайки метода на струните, постройте линия през средата на надлъжната ос на всяка капка кръв, в посока обратна на посоката на движение на кръвния поток.

д) Нека линията да започва от заострения край на капката кръв (от нейната „опашка“), където трябва да построите правата.

е) Там където всички линии се пресичат (и образуват зона на сближаване) постройте ос под ъгъл от 90 ° спрямо оста на петната от кръв.



ж) Поставете транспортир до струната преди да я залепите на заострения край на капката кръв.



з) Повдигнете струната така, че тя да съответства на предварително определения ъгъл на удар на кръвната капка.

и) Закрепете струната за оста, която е поставена в зоната на сближаване на кръвните капки.

Таблица 8 – Таблица на резултатите от тестовете

Кръвни капки	Дължина (мм)	Широчина (мм)	Ъгъл на удар
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Въпроси:

1. Обяснете връзката между височината, от която пада кръвния поток и размера на разпръснатите капки кръв.

   _____

   _____

2. С увеличаване височината на падане на кръвния поток, продължава да нараства размерът на разпръснатата кръв.

   ☐ Вярно ☐ Невярно

3. Дайте пример за това, как знаейки действителния ъгъл на удар на кръвните капки ще помогнете на следователите да разрешат престъпления.

   _____

   _____

4. Възможно ли е да се определи района на произход на кръвния поток, без да се определя зоната на сближаване и ъгълът на удар на кръвните капки?

   ☐ Да ☐ Не

   Обяснете вашия отговор:

   _____

   _____

Упражнение II-D: Изучи пръстовите си отпечатъци

Мерки за безопасност

Няма специални предпазни мерки.

Обща информация

Много модели и характеристики са били използвани, за да се разграничат и да се идентифицират поотделно човешките индивиди. Отпечатъците от пръстите – отличителни знаци, които се намират на върховете на човешките пръсти - могат да бъдат използвани за идентифициране.

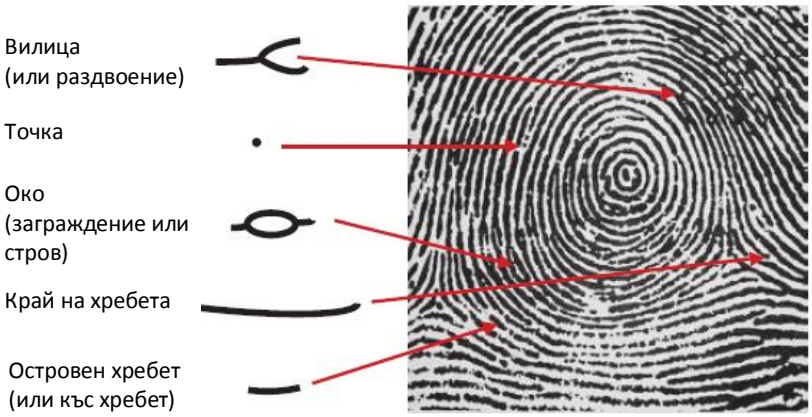
Пръстовите отпечатъци са постоянни и не се променят с възрастта, така че даден индивид има един и същ пръстов отпечатък от ранното си детство до зрялата си възраст. Моделът на фрикционните хребетни линии на индивида се формира между 10$^{-та}$ и 24$^{-та}$ седмица от вътреутробното развитие на плода. Точното подреждане на хребетите се определя от дермалните папили - слой от клетки, който разделя външния слой на кожата (епидермиса) от основната дерма. С израстването на тялото се променя размера на модела на пръстовия отпечатък, но не и неговата форма. Тъй като пръстовите отпечатъци на всеки човек са уникални, то те могат да се използват за лична идентификация дори и при едноякчни близнаци.

Основните хребети на всеки пръст образуват модел. Има три основни вида модели: дъга, спирала и примка. Тези модели са категоризирани въз основа на присъствието или отсъствието на делти (Фиг. 19).

Дъга Спирала Примка

Фиг. 19 – Модели на пръстови отпечатъци

Уникалността на пръстовия отпечатък не се определя от тяхната обща форма или модел, а чрез внимателно проучване на неговите хребетни характеристики (детайли, известни още като „минутии“ – от англ. „minutiae“[7]) (Фиг. 20). Идентичността, броят и относителното местоположение на характеристиките придава уникалност на пръстовия отпечатък. При сравняването на два пръстови отпечатъка трябва да се провери не само дали техните характеристики са идентични, но и дали имат едно и също относително местоположение един спрямо друг в отпечатъка.



Фиг. 20 – Някои детайли – „минутии“ в моделите, които се използват при анализа на пръстови отпечатъци

Какво се случва?

Мастило е най-разпространеният метод, чрез който се записват фрикционните хребети на кожата. Напоените с мастило пръстови отпечатъци се отпечатват върху карти за идентифициране. Всеки пръстов отпечатък се потапя в мастило и впоследствие бива отпечатан върху съответното поле на картата за събиране на данни. Пръстът се отбелязва от единия до другия край на нокътя, за да се улови цялата повърхност на фрикционните хребети. Това означава, че пръстът трябва да се завърти от едната му страна (от края на нокътя), по цялата му широчина до другата страна на нокътя. Полученият пръстов отпечатък „от единия до другия край на нокътя“ трябва да бъде с приблизително правоъгълна форма.

[7] В биометрията и в криминалистиката “минутии“ са основните характеристики на пръстовите отпечатъци, използвани за сравнение на един отпечатък с друг.

Последователност от действия

Част 1: Създаване на графитна поставка чрез използване на молив

1. Втрийте графитен молив на празна бяла хартия (с движение назад-напред), с цел създаване на петно от графит с приблизителни размери от 5 до 7 см.
2. Натрийте десния си показалец в графитеното петно, като внимателно завъртите от едната до другата страна така, че пръстът да остане покрит с графит от първата му става (фаланга) до неговия връх и от единия край на нокътя до другия.
3. Използвайте лентата, предоставена в набора с инструменти, като внимателно натиснете залепващата й повърхност върху пръста си, от ръба на нокътя ви през пръста до другата страна на нокътя.
4. Внимателно отстранете лентата.
5. Натиснете лентата с лепкава страна надолу върху картата за събиране на данни, намираща се в набора с инструменти.
6. Изследвайте вашия пръстов отпечатък с помощта на лупа.
7. Направете сравнение на вашия пръстов отпечатък с извадките от изображението показано по долу.
8. Идентифицирайте модела на вашия пръстов отпечатък (тип: примка, дъга, или спирала) и някои от образците „минутии“ (вилица, точка, око, краен хребет или островен хребет).

Част 2: Използване на действителен мастилен тампон

1. Втрийте десния си показалец в мастилен тампон, движейки го от едната до другата страна, чрез оказване на натиск, така че пръстът да остане покрит с мастило от първата става (фаланга) до върха, и от единия ръб на нокътя до другия.
2. Поставете десния си показалец в посоченото поле на предоставената карта за идентификация, в набора с инструменти, с движение от единия ръб на нокътя до другия.
3. Повторете изпълнението на стъпки 1 и 2 за останалите пръсти на двете ви ръце.

4. Изследвайте вашите пръстови отпечатъци с помощта на лупа.
9. Направете сравнение на вашите пръстови отпечатъци с извадките от изображението показано по долу.
5. Идентифицирайте модела на вашите пръстови отпечатъци (тип: примка, дъга, или спирала) и някои от образците „минутии“ (вилица, точка, око, краен хребет или хребет тип „остров“).

Дъга Спирала Примка

Част 3: Събиране на данни от класа

1. Пребройте учениците, които имат всеки от трите вида пръстови модели (само за палеца) и нанесете данните в Таблица 9.
2. Попълнете останалата част от Таблица 9 с исканата информация.

Таблица 9 – Събиране на данни от класа

	Примка	**Спирала**	**Дъга**
Брой ученици с отличителни характеристики			
Общ брой на учениците в класа (Ще бъде една и съща сума за всяка колона)			
Процент на учениците с отличителни характеристики спрямо класа (Разделете броя на учениците с отличителни характеристики на общия брой и умножете по 100)			
Експертите твърдят, че този процент трябва да бъде	**65%**	**30%**	**5%**

Въпроси:

1. Съответства ли изчисления процент на учениците с отличителни характеристики в класа със стойността, дадена от експертите?

   ☐ Да ☐ Не

   Обяснете вашия отговор като се обосновете с данни:

   _____

   _____

2. Обяснете защо пръстовите отпечатъци са ефективно средство за идентификация.

   _____

   _____

3. Пръстовите отпечатъци се формират:

   а) малко след раждането;

   б) около две годишна възраст;

   в) между $10^{-та}$ и $24^{-та}$ гестационни седмици;

   г) на $30^{-тата}$ седмица от бременността.

4. Едноякичните близнаци имат ли еднакви отпечатъци?

   ☐ Да ☐ Не

5. Трите основни вида на пръстови отпечатъци са класифицирани като:

   а) примки, спирали и делти;

   б) спирали, разклонения и дъги;

   в) примки, спирали и дъги;

   г) дъги, ядро и делти.

6. Обяснете защо напоените с мастило пръстови отпечатъци се отпечатват „от единия до другия край на нокътя“.

   _____

   _____

7. Класифицирайте всеки от показаните отпечатъци като примка, спирала или дъга.

Вид:

Вид:

Вид:

Упражнение II-E: Напудряне и снемане на латентни пръстови отпечатъци

Мерки за безопасност

Постелете вестник или хартия на пода на работната зона.

Работете много внимателно при нанасянето на прахообразните вещества, тъй като те могат силно да изцапат околната среда.

Обща информация

Пръстовите отпечатъци са едни от най-важните видове улики намерени на местопрестъплението. Те могат да бъдат три вида: явни (видими отпечатъци, оставени чрез контакт с вещество, като кръв или боя), пластични (пръстови отпечатъци, оставени в меки материали, които лесно се поддават на оформяне) или латентни (скрити пръстови отпечатъци, образувани в следствие на лепливи вещества и масла по кожата).

Латентните пръстови отпечатъци са най-често търсеният вид пръстови отпечатъци от детективите – криминолози. Те трябва да се визуализират с помощта на подходящи техники, разработени за тази цел (в зависимост от вида на повърхността), преди да се извърши сравнение и възможно идентифициране.

Най-старият разработен метод за откриване на пръстови отпечатъци е свързан с поръсване на прахообразни вещества. Методът основан на напудряне на пръстовите отпечатъци има за цел да направи видими, скритите на пръв поглед отпечатъци, чрез прилагането на прахообразни вещества върху оставените латентни следи. Прахообразните гранули полепват по линиите оставени от хребетите на пръстовите отпечатъци, в резултат от изпотяване или контакт с масла. Процесът на поръсване на местопрестъплението или вещественото доказателство с прахообразни вещества за разкриване на пръстови отпечатъци е физически метод за обработване, а не химическа реакция.

Прахообразните вещества за откриване на пръстови отпечатъци се използват основно за поръсване на непорести повърхности като стъкло и полиран метал.

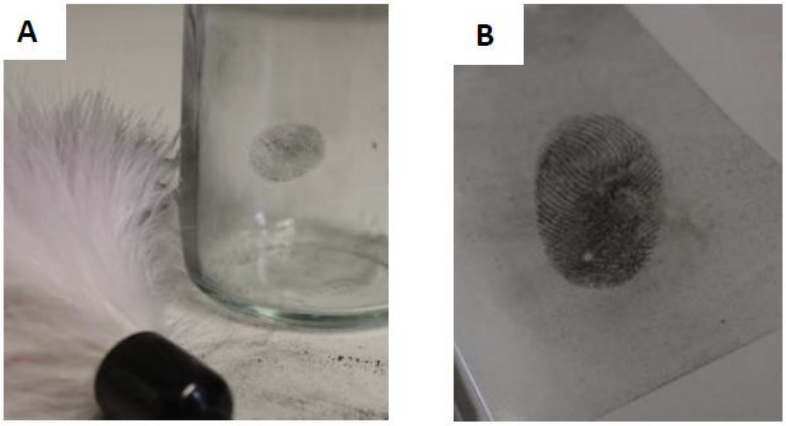
Те най-често се използват за откриване на латентни отпечатъци върху неподвижни обекти от местопрестъпления. Въпреки, че черната пудра е едно от най-често използваните вещества, пудрите с други цветове също могат да бъдат използвани, с цел да се подчертае контраста на пръстовите отпечатъци на фона на повърхности с различни нюанси.

Какво се случва?

Процесът на проявяване на латентни пръстови отпечатъци трябва да започне с ненараняващо визуално проучване на елемента представляващ интерес, като се използва непряко осветление (лъч от бяла светлина, осветяваща повърхността под наклон). Непрякото осветление позволява да се наблюдават детайли по дадена повърхност, чрез създаването на светлина и сенки от светлинен лъч.

След визуалния оглед на пръстовите отпечатъци, те трябва да бъдат поръсени с прахообразни вещества. Процесът на поръсване, включва използването на мека четка, с която леко се покрива повърхността, разнасяйки пудрата (направена от фино смлени въглерод, въглен, титан или алуминий) по пръстовите отпечатъци, като могат да бъдат постигнати отлични резултати, ако процедурата се направи умело. Тъй като при процеса на проявяване може лесно да се премахнат или унищожат всички намерени латентни пръстови отпечатъци, затова четката трябва да се движи по повърхността на обекта без да го докосва. Това позволява прахът да се прилепи към повърхността на следите от пръстови отпечатъци, без той да попадне в пукнатините на повърхността (Фиг. 21, А).

След това разкритият пръстов отпечатък може да се снеме с помощта на леплив материал, като например чрез лента за снемане на пръстови отпечатъци, която се поставя върху хартиена карта или лист, напоен с ацетат, с цел дълготрайно записване на информацията (Фиг. 21, В).



Фиг. 21 – Проявяване на пръстови отпечатъци с прахообразни вещества (А) и тяхното снемане с лента за пръстови отпечатъци (В)

Последователност от действия

1. Покрийте работната маса с хартия или вестник.
2. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
3. Поставете черна пудра върху Доказателство №3. Вземете четката за напудряне между ръцете си и внимателно я завъртете така, че перата ѝ да се въртят в близост до повърхността на обекта, който се поръсва. Латентният (скрит) пръстов отпечатък трябва да започне да се появява. Продължавайте леко да напудряте, на границата на повърхността, докато не се прояви възможно най-добре скритият отпечатък.
4. Вземете лентата, предоставена в набора с инструменти и я поставете върху пръстовия отпечатък, като натиснете надолу.
5. Отлепете лентата и я поставете върху картата за събиране на информация, предоставена в набора с инструменти. Този процес се нарича снемане на отпечатъка.
6. Изследвайте пръстовия отпечатък с помощта на лупа.
7. Идентифицирайте вида на модела на пръстовия отпечатък (примка, дъга или спирала).

Въпроси:

1. Посочете кой вид повърхност е по-добър за напудряне с прахообразни вещества.

   _____

   _____

2. Цветът на пудрата, използвана за поръсването на пръстови отпечатъци ще варира в зависимост от цвета на повърхността, която ще се обработва.

   ☐ Вярно ☐ Невярно

3. Обяснете какво е непряко осветление.

   _____

   _____

4. Пластичните пръстови отпечатъци, трябва да бъдат поръсени или третирани, с цел да се идентифицира модела на хребетите.

   ☐ Вярно ☐ Невярно

5. Отпечатъците от пръсти, които са получени чрез субстанции като кръв или боя се отнасят към:

   а) пластични пръстови отпечатъци

   б) явни пръстови отпечатъци

   в) латентни пръстови отпечатъци

   г) вдлъбнати пръстови отпечатъци

Упражнение II-F: Разкриване на латентни пръстови отпечатъци чрез използване на бързосъхнещо лепило и йодно изпарение

Мерки за безопасност

Използвайте предпазни ръкавици, дрехи и лабораторни маски.

Цианоакрилатът (бързосъхнещо лепило) е вреден и дразнещ кожата сенсибилизатор[8]. Изпаренията от цианоакрилата дразнят чувствителните мембрани в очите, носа и гърлото.

Йодните кристали са токсични и имат корозивно действие, като оцветяват кожата и дрехите. Йодните изпарения са токсични и дразнещи. Използвайте камерата (отделението), пригодено за изпаренията освободени от цианоакрилата.

Обща информация

Следователите търсят улики на местопрестъплението, които могат да им помогнат да се идентифицира престъпникът. Едни от най-важните видове следи са пръстовите отпечатъци. Някои от тях са видими веднага, а други не са. Невидимите пръстовите отпечатъци се характеризират като латентни.

Латентният пръстов отпечатък е отпечатък оставен върху повърхността от порите на пръста в резултат от масла и изпотяване. С други думи, основният компонент на латентните пръстови отпечатъци е обикновена пот. В основната си част потта е вода и тя ще изсъхне след сравнително кратък период от време. Другите компоненти на латентните пръстови отпечатъци са главно твърди частици, които могат да останат върху повърхността за много по-дълъг период от време. Тези компоненти включват органични съединения, като аминокиселини, глюкоза, млечна киселина, пептиди, амоняк, рибофлавин и изоаглутиногени, както и неорганични химически вещества като калий, натрий, въглероден триоксид и хлор.

[8] Химикал, който предизвиква алергични реакции при хора или животни.

Тези пръстови отпечатъци трябва да се визуализират с помощта на подходящи техники, които са разработени за тази цел, преди да се извърши сравнение и възможно идентифициране. Има голям брой химични методи, чрез които латентните пръстови отпечатъци могат да станат видими, като например: изпарение на бързосъхнещо лепило и йодно изпарение. Тези методи се основават на химическа реакция между изпаренията и молекулите, чрез които се проявяват отпечатъците.

Методът, основан на бързосъхнещо лепило или цианоакрилат е техника, която използва изпаренията на лепилото за проявяване на пръстови отпечатъци върху непорести гладки повърхности, като стъкло, пластмаса, и полиран метал. А методът, прилагащ йод е щадяща техника, която използва йодните изпарения за визуализиране на латентни пръстови отпечатъци върху порести и непорести повърхности, като например хартия, картотеки, списания и картон.

Какво се случва?

При използването на метода с бързосъхнещо лепило обектът, който ще се обработва се поставя в камера (отделение) с източник на влажност, пригодена за освободените от лепило изпарения. В следствие от протичането на тази реакция се отделя видимо бяло вещество, което приема формата на хребетите на пръстовия отпечатък.

От друга страна, при прилагането на метода с йод обектът, който има латентни отпечатъци обикновено се слага в затворена камера (отделение), в която при загряването на йодните кристали те се преобразуват директно в пари, изпълвайки въздуха в камерата. В резултат от което, пръстовите отпечатъци са оцветени в кафяви отенъци.

Как работи?

<u>Бързосъхнещо лепило</u>

Изпаренията от бързосъхнещото лепило реагират със следите от аминокиселини, мастни киселини и протеини в пръстовия отпечатък, както и с влажността във въздуха,

в следствие на което се произвежда видим бял материал, който приема формата на хребетите на пръстовия отпечатък. Крайният резултат е изображение на пълния латентен пръстов отпечатък (Фиг. 22).

Фиг. 22 – Латентен пръстов отпечатък разкрит с изпарение на бързосъхнещо лепило

За да протече такава реакция цианоакрилатът трябва да е в газообразна форма. Точката на кипене на бързосъхнещото лепило е между 49° и 65°C в зависимост от точния му химически състав, при което се образува газообразен цианоакрилат.

Йод

Йодът е твърдо вещество при стайна температура. При нагряване той се преобразува директно от твърдо състояние в газообразно. Когато йодните изпарения разкриват следите от пръстови отпечатъци, по-специално на липидите или мазнините в отпечатъка, те си взаимодействат, за да образуват кафеникаво изображение на пръстовите отпечатъци (Фиг. 23). Това изображение е само временно, тъй като йодът постоянно се преобразува и се изпарява под формата на газ във въздуха, оставяйки отпечатъка невидим или латентен за пореден път.

Фиг. 23 – Латентен пръстов отпечатък разкрит с помощта на йодно изпарение

Последователност от действия

Част 1: Възстановяване на латентни пръстови отпечатъци с изпарение на бързосъхнещо лепило

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. Напълнете мензура с 100 мл вода.
3. Напълнете алуминиевата поставка за изпарения с бързосъхнещо лепило.
4. Поставете котлон в камерата за изпарение и сложете върху него алуминиевата поставка с бързосъхнещо лепило, мензурата с вода и Доказателство №4 (Доказателство №4 трябва да бъде поставено отгоре на мензурата или на друг предмет, който е устойчив на високи температури).
5. Включете котлона на 85°C и го покрийте с пластмасов съд за 30 минути.

   Внимание: Поради парите, които се освобождават, този процес трябва да се направи в камерата за изпарения.

6. След 30 минути, изключете котлона.
7. Изчакайте 5 минути, за да се разсеят изпаренията.
8. Изследвайте пръстовия отпечатък с помощта на лупа.

Част 2: Възстановяване на латентни пръстови отпечатъци с йодно изпарение

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. С помощта на пинцети прехвърлете Доказателство №7 и четири малки йодни кристала в прозрачната синтетична торбичка.
3. Разширете торбичката, така че да се образува известно въздушно пространство и след това го затворете със залепваща лента (тиксо).

4. Кристалите започват да се преобразуват веднага, изпълвайки торбичката с йодни изпарения. Размерът на торбичката и изследвания образец влияят на използваното количество йод и това как той се изпарява. Латентните отпечатъци трябва да започнат да стават видими изцяло в рамките от няколко секунди до няколко минути, под формата на бледо-оранжеви оцветявания по образеца.
5. Изследвайте пръстовия отпечатък с помощта на лупа.

Въпроси:

1. Обяснете какво е латентен пръстов отпечатък.

   _____

   _____

2. Обяснете за кои видове повърхности е подходящо прилагането на бързосъхнещо лепило и йодно изпарение.

   _____

   _____

3. Опишете аспект на пръстовия отпечатък, когато той реагира с всяко от следните:

   а) бързосъхнещо лепило (цианоакрилат);

   _____

   б) йодно изпарение.

   _____

Упражнение II-G: „ДНК пръстов отпечатък“ - Електрофореза

Предпазни мерки

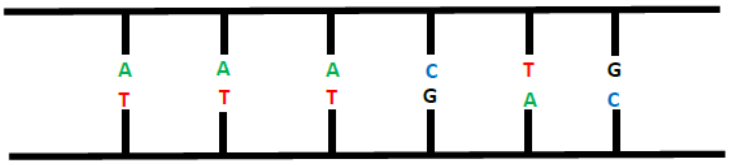
Химическите вещества използвани в това упражнение не представляват риск за здравето, но е добра практика да се носят ръкавици и защитни дрехи, докато се работи с всяко химично вещество.

Има потенциален риск от опасно напрежение и възникване на пожар, ако се позволи на положителните и отрицателни изводи на свързаните батерии (захранване), използвани за гел - електрофорезата, да направят контакт помежду си.

Обща информация

Дезоксирибонуклеиновата киселина (ДНК) е голяма полимерна молекула, намираща се в ядрото на почти всяка клетка в тялото, с изключение на червените кръвни клетки и нервните клетки.

Всяка ДНК молекула се състои от две нуклеотидни нишки (наричани още бази), които са усукани една спрямо друга, за да образуват двойна спирала. Всяка нишка е съставена от един нуклеотид, който се свързва към друга нуклеотидна нишка в средата, образувайки базова двойка. Тези базови двойки се състоят от една от следните групи: аденин (A) - тимин (T) или гуанин (G) - цитозин (C) (Фиг. 24).



Фиг. 24 – Поредица от базови двойки

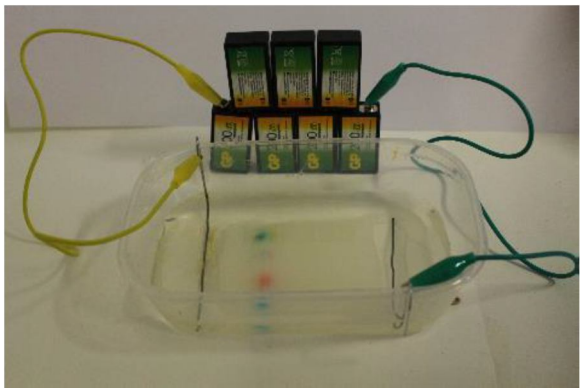
Всяка нишка на ДНК се състои от нуклеотидни вериги, половината от които се наследяват от майката, а другата половина от бащата. Поради тази причина клетките се делят. ДНК е уникална за всеки индивид, в този смисъл тя много прилича на пръстовите отпечатъци. Вероятността двама души да наследят една и съща комбинация от нуклеотиди е много малка. Поради тази причина методът на снемане на „ДНК пръстов отпечатък“ може да се използва за идентификация на индивидите.

„ДНК пръстовият отпечатък“ може да се получи въз основа на извличане на ДНК от относително малки проби на клетки, като капки кръв, слюнка, фоликули на косата, кожата или сперма. Това е метод, чрез който се осъществява разпознаване на индивидите чрез анализиране на модела на тяхната ДНК. Когато този процес се извършва при правилно контролирани условия и прецизен анализ, то „ДНК пръстовият отпечатък“ може да потвърди или изключи заподозрян за конкретен инцидент.

За създаването на „ДНК пръстов отпечатък“ учените първо използват полимеразиционна верижна реакция (PCR), чрез която разделят дългата молекула на по-къси сегменти. След това получените ДНК сегменти се разделят спрямо големината им в средата на агарозен гел чрез процес на гел-електрофореза. Концептуално гел-електрофорезата е подобна на хроматографията, но с малко по-различна цел. Обикновено хроматографията се използва за разделяне на различни компоненти от смеси. Докато целта на ДНК гел-електрофорезата е да се отделят ДНК фрагменти с различни размери.

Какво се случва?

За да се визуализират различнте ДНК фрагменти се извършва гел–електрофореза, чрез която пробите се зареждат в агарозния гел и се поставят в солен разтвор. За целта, в гела се прилага електрически ток, който предизвиква миграция на ДНК в гела (Фиг. 25). Процесът на гел-електрофореза разделя ДНК фрагментите спрямо техния размер, като се има в предвид, че по-късите фрагменти се движат по-бързо от по-големите фрагменти през мрежовата (пореста) структура на гела.

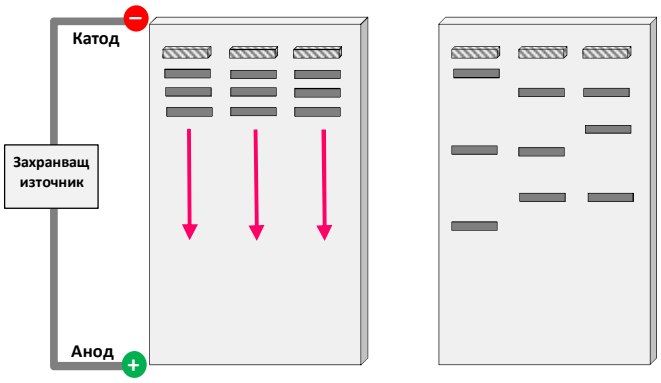


Фиг. 25 – Апарат за гел - електрофореза

Как работи?

За да бъдат анализирани ДНК пробите (произведени чрез PCR) в процеса на гел – електрофорезата, те се поставят в гнезда, оформени в гела (оформят се от подобен на желе материал, като например агароза). След това гелът се потапя в буферен разтвор, който поддържа pH и провежда електрически ток. Тъй като ДНК фрагментите имат отрицателен заряд на техните фосфатни групи, те се привличат към положителния електрод (анода), движейки се през гела. Положителният електрод е разположен в другия край на гнездата в гела, съдържащи ДНК разтвор.

Гелът избирателно забавя преминаването на ДНК фрагментите към положителния електрод. Малките ДНК фрагменти преминават през гела относително безпрепятствено и по този начин бързо достигат до положителния електрод. По-големите фрагменти се движат съответно по-бавно, тъй като гелът упражнява по-голямо съпротивление на движението им. В крайна сметка, разположението на различните фрагменти дават възможност да се създаде графична карта на разпределението на фрагментите в образеца, спрямо техния размер (Фиг. 26).



Фиг. 26 – ДНК фрагментите се разделят спрямо техния размер

Последователност от действия

Part 1: Подготовка на гела

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. Подгответе буферен разтвор на натриев бикарбонат, като в предметно стъкло[9] претеглите натриев бикарбонат с тегло 3 грама и измерете в цилиндрична колба 300 мл дестилирана вода.
3. Подгответе контейнер за гела, като можете да използвате пластмасова кутия от масло (предоставена в набора с инструменти). С помощта на ножица изрежете четирите ъгъла, докато не достигне дъното.
4. Изрежете с ножица около 1 см от горния ъгъл на контейнера, и допълнително направете две срязвания с приблизително 2 cm дълбочина от двете противоположни страни на съда, достатъчно големи, за да влезе гребен в гела. Гребенът не трябва да докосва дъното на съда.

5. Използвайте капака на контейнера от масло и изрежете правоъгълник с широчина 6 см и дължина 8 cm, който да се използва за изглаждане на повърхността на гела.
6. С помощта на самозалепващата се лента (тиксо), залепете четирите отрязани части на кутията, като се уверите, че гелът не може да излезе.
7. Изсипете 60 мл буферен разтвор на натриев бикарбонат, приготвен предварително в цилиндричната колба.
8. Смесете в стъклена мензура царевично нишесте с тегло 7,8 грама и 30 мл буферен разтвор на натриев бикарбонат, и след това добавете още 30 мл разтвор на царевичното нишесте.

[9] Предметното стъкло е кръгло вдлъбнато парче стъкло, използвано в химията като повърхност за изпаряване на течности, за задържане на твърди тела, претегляне, за покриване на стъклени мензури и за загряване на малки количества вещества.

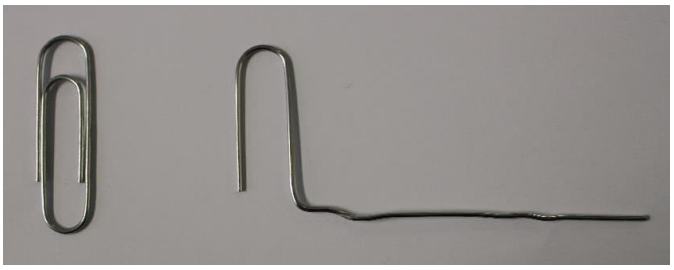
5. Поставете сместа в микровълнова фурна в продължение на 30 секунди и след това я размесете с шпатула. Сложете я обратно в микровълновата фурна и спирайте за да разбърквате всеки път, когато сместа се надигне. Тази процедура се повтаря в продължение на 60 секунди, докато сместа стане достатъчно гъста, за да не може шпатулата да се пъхне отново.

Внимание: За тази стъпка използвайте кухненски ръкавици, с които да задържите стъклената мензура, след като тя се нагорещи.

10. Поставете загрятата смес вътре в контейнера от масло и загладете повърхността ѝ с шпатула. Ще получите по-добри резултати, ако изгладите с пръстите на ръцете си, но тази стъпка трябва да бъде направена от учител.
11. Поставете гребена в направените разрези и се уверете, че сместа е между зъбите на гребена.
12. Поставете внимателно на върха на гела предварително изрязания, от капака на контейнера за масло, правоъгълник.
13. Поставете гела във фризера за 20 минути при температура -20 ° C.
14. След 20 минути проверете дъното на контейнера от масло, за да видите дали гелът е още топъл. Ако това е така, го задръжете във фризера за още 5 минути.
15. След изваждане на гела от фризера, внимателно извадете гребена и пластмасовия правоъгълник.
16. Прережете лентата със скалпел на четирите места в ъглите и се уверите, че гелът няма връзка със стените на контейнера.
17. Внимателно отстранете пластмасовия правоъгълник и изрежете 3 см от дъното на гела.
18. С пипета намокрете дъното на гела с буферен разтвор на натриев бикарбонат. За да се улесни придвижването на гела, с пластмасовия правоъгълник, намокрен с буферен разтвор, премахвайте гела и го поставяйте върху пластмасовия контейнер (предоставен в набора с инструменти).

Част 2: Зареждане и раздвижване на ДНК образци

1. Прегънете металните кламери подобно на изображението.



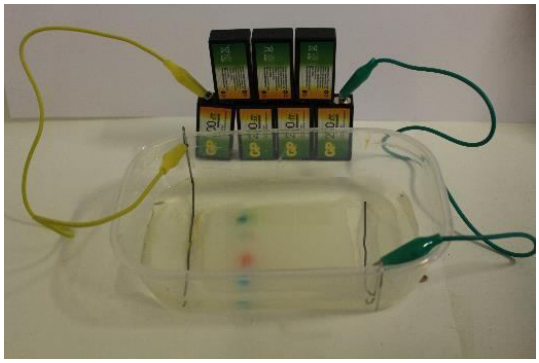
2. Поставете металните скоби в краищата на пластмасовия контейнер и ги залепете отстрани с помощта на самозалепващата се лента (тиксо). Металните скоби трябва да са на разстояние 1,5 см извън гела.

Внимание: Кламерите не трябва да докосват дъното на пластмасовия контейнер.

3. Потопете с пинсети хартиените квадрати в ДНК пробите (предоставени в набора с инструменти), отстранете излишъка от ДНК с хартия и го поставете вътре в гнездата на гела.

Внимание: Почиствайте пинсетите между различните проби с алкохол, за да се предотврати замърсяване.

5. Внимателно запълвайте пластмасовия контейнер с буферен разтвор на натриев бикарбонат, докато повърхността на гела изцяло се потопи, като нивото на буферния разтвор достигне няколко милиметра над повърхността на гела. Не изливайте буферния разтвор директно върху повърхността на гела, защото можете да избутате ДНК пробите извън гнездата.
6. Свържете последователно пет или седем на брой батерии от 9V.
7. Свържете захранването към уреда за електрофореза, като се уверите, че положителния захранващ извод е свързан с положителния полюс на апарата за електрофореза, а отрицателният захранващ извод е свързан с отрицателния полюс.



7. В рамките на няколко минути би трябвало да можете да видите багрилата, които мигрират от гнездата (станата с положителен полюс) към другия край на гела (страната с отрицателния полюс). Продължавайте да наблюдавате процеса на развитието в продължение на 45 мин. или докато е възможно да се направи разграничение на лентите.
8. Запишете получените резултати в Таблица 10.

Таблица 10 – Таблица на резултатите от тестовете

Образци	Резултати	Анализ на получените резултати
Доказателство №4		
Жертва		
Заподозрян 1		
Заподозрян 3		

Въпроси:

1. Въз основа на получените резултати, има ли някоя от изследваните проби същия ДНК профил като Доказателство №4?

   ☐ Да ☐ Не

   Обяснете вашия отговор:

   _____

   _____

2. Гел-електрофорезата:

   а) Не може да раздели ДНК фрагменти

   б) Е подобна на газовата хроматография

   в) Има много тънка стена за неподвижна фаза

   г) Използва електрически ток като подвижна фаза

3. Обяснете целта на гел-електрофорезата.

   _____

   _____

4. Обяснете функцията на гребена, който се използва при гел-електрофореза.

   _____

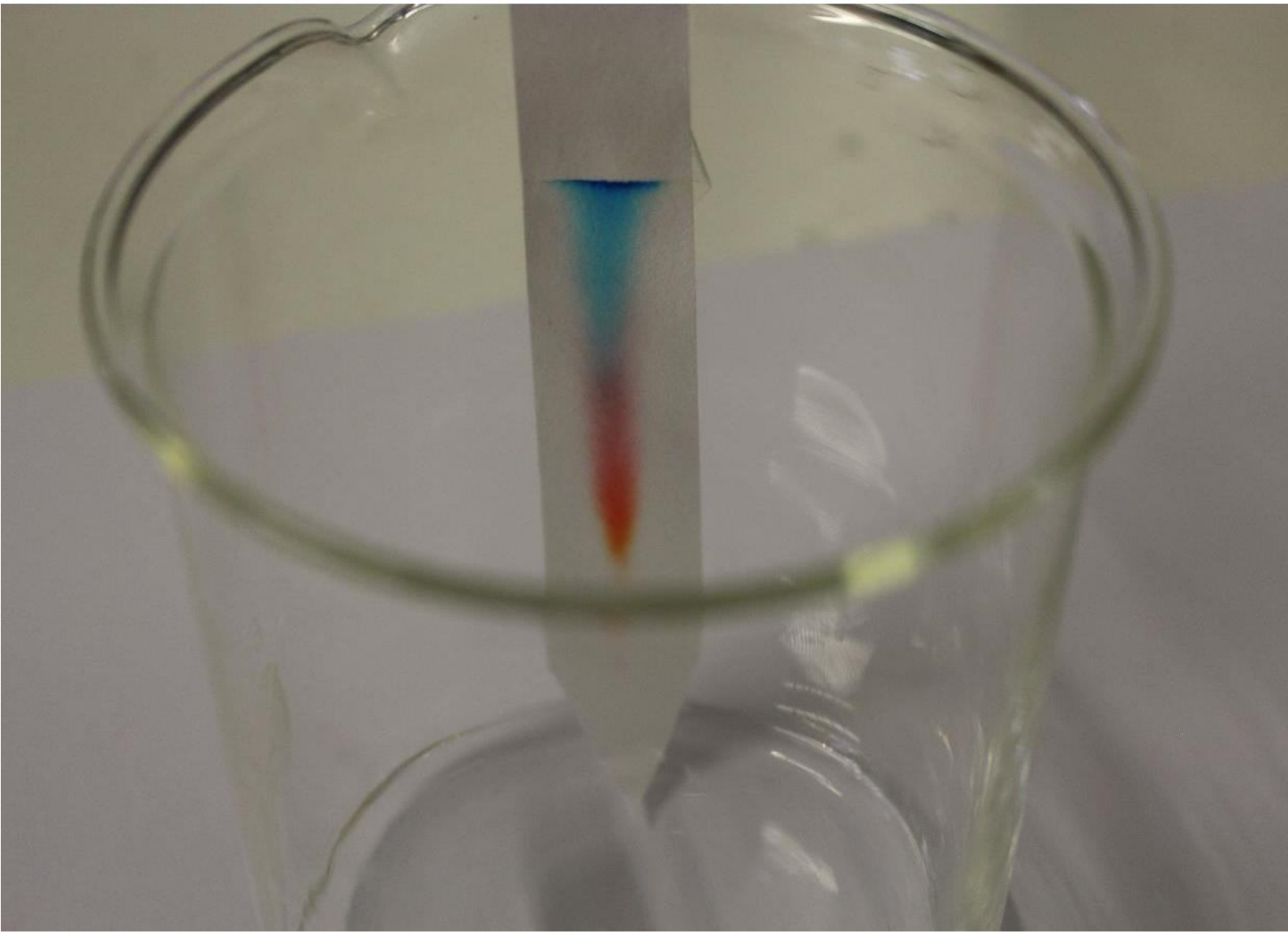
   _____

5. Обяснете функцията на захранването по време на гел-електрофореза.

   _____

   _____

III. Химични методи

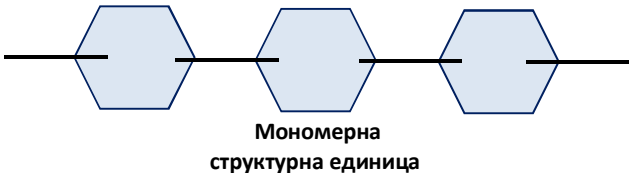


Полимери на Местопрестъплението

Естествени или синтетични, полимерите играят важна роля в ежедневието ни и са често срещани в средата, в която живеем. Полимерите представляват основна категория от събираните доказателства (малки, но измерими количества от физически или биологичен материал, намерен на мястото на престъплението). Основните видове полимери, които се намират като доказателства са текстилни влакна и бои. По-рядко се срещат други полимери, като пластмаса, гума (каучук), лак, безир и дори някои видове мастила.

Полимери

Полимерът е дълга молекула (макромолекула), съставена от повтарящи се структурни единици или вериги, обикновено свързани с химически връзки (Фиг. 27). Структурните единици, също наричани мономери, са малки молекули, които могат да се свързват заедно в повтарящи се модели, за да образуват по-сложни молекули. Химичната реакция, която свързва мономерите в полимер се нарича полимеризация.



Фиг. 27 - **Обща химична структура на полимер**

Названието на полимера се образува спрямо вида на мономера, който влиза в състава му. Полимерите, които се състоят само от един и същ вид повтарящи се структури са известни като хомополимери, а полимерите които съдържат два или повече мономера се наричат кополимери или хетерополимер.

Според техния произход полимерите могат да се категоризират като естествени и синтетични. Естествените полримери са тези, които съществуват в природата или могат да бъдат извлечени, като коприна, протеин, памук, лен, вълна и ДНК. Синтетичните полимери са създадени от човека чрез поредица от химични реакции. Такива полимери са полипропилен, дъвка, каучук и найлон.

Текстилни влакна

Поради разнообразната си физична и химична природа, текстилните влакна играят важна роля в криминалистиката. Използват се в производството на облекла, автомобилни седалки и килими, и редица други изделия.

Често на местопрестъплението се намират отделни текстилни влакна, които могат да бъдат много полезни за създаване на връзка между престъплението и заподозрения. Влакната дават количествени и качествени характеристики за сравнение. Текстилните влакна се произвеждат за конкретни крайни продукти, което довежда до голямо разнообразие от специфични характеристики на влакната. Рядко се намират две влакна с еднакви мироскопски характеристики и оптични свойства.

На местопрестъплението влакната лесно се предават директно от заподозрения на жертвата или обратно, като този процес се нарича пряк пренос. Ако жертвата има влакна, които е придобила и в последствие ги е предала на заподозрения, то този процес се нарича вторичен пренос. Вторичен пренос може да се осъществи и когато влакната се предават от първоначалния източник към заподозрения, и след това на жертвата.

Класификация на влакната

Влакната могат да се класифицират по произход и структура. Според произхода си те се групират като природни и синтетични.

Естествени влакна

Естествените влакна са тези, които съществуват в природата и идват от растенията, животните и минералите, извлечени от земята. Обикновено те имат къси нишки и се наричат късовлакнести. Изключение прави копринатa, чието естествено влакно има структура достигаща до два километра дължина.

Животинските влакна са изградени от определени протеини и към тях се причисляват овчата вълна, козината на различни животни (коза, кашмирена и

ангорска кози, заек, камила, лама и др.) и копринатa. Те се използват за производство на облекла, килими, пердета, завивки и др.

Растителните нишки са специфични растителни клетки. Те се групират според частта от растението, от която произлизат. Те могат да бъдат семенни (памук, растителен пух), стъблени (лен, юта, коноп) и листни (американска агава). Растителните влакна са много разнообразни по своите физични характеристики. Някои от тях са много плътни и здрави, докато други са меки, фини и еластични. Въпреки това, всички растителни влакна имат общ полимер – целулоза. Целулозата е полимер, а не протеин, които е съставен от прости глюкозни единици. Растителните влакна обикновено са къси - 2 или 5 см на дължина и с течение на времето стават крехки.

Минералните влакна не са нито протеини, нито целулоза. Те дори могат да не са дълги повтарящи се полимери. Единствените естествено съществуващи в природата влакна са азбестовите влакна, магнезиев хидросиликат, който съществува в различните видове скали и има кристална структура от дълги, тънки нишки. Употребява се за изолация на тръби, накладки, фаянсови и теракотни плочки, противопожарни облекла, облицовки за къщи, изолация за строителството.

Изкуствени влакна

Изкуствените или полу-синтетичните влака са създадени от човека чрез природно съществуващи полимери, суровини. Изходните суровини, от които са произведени изкуствените влакна, могат да бъдат животински или растителни. Най-важните изкуствени влакна са разновидности на целулозата. Пример за изкуствено влакно е вискозата. Вискозата е влакно, което имитира естественото влакно и като цяло е мека на пипане, и копринена на външен вид.

Синтетични влакна

Синтетичните влакна са направени от човека, обикновено от химически източници. Те са дълговлакнести, което означава че са дълги и няма нужда да бъдат източвани на тънки нишки (предени). Към синтетичните влакна спадат вискоза, ацетат, найлон, акрил и полиестер. Най-често срещаните синтетични влакна на местопрестъпленито са полиестер, акрил и полиамид, поради честото им

използване в тексилната индустрия. Синтетичните влакна произлизат от петролни продукти и са нецелулозни влакна, изцяло създадени от човека с единствената цел да бъдат използвани в производството на платове, въжета и други.

Идентификация на влакната

Идентификацията на текстилните влакна е важна и отговорна задача. Има много различни физични и химични методи за определяне на вида на влакната. Те могат да бъдат идентифицирани чрез провеждането на един или повече тестове или комбинация от тях, като микроскопски анализ на външния вид, тест с изгаряне, микроскопски анализ, тест на разтворимост, тест на оцветяване и анализ на физическите свойства.

Най-простият и очевиден начин за идентифициране на влакното е то да бъде огледано. На външен вид влакната са много различни, като това дава възможност за първоначалната им идентификация. Но това е субективен метод в резултат на лична оценка и често е недостатъчен за пълно разпознаване.

Микроскопски анализ

Микроскопът е основен инструмент за анализ на влакната и е безпогрешен при идентификацията на различните видове животински и растителни влакна, както и за тяхното разграничаване от полусинтетичните и синтетичните такива. Основните характеристики на влакната, такива като цвят, дължина, диаметър и форма могат да бъдат наблюдавани с микроскоп.

Микроскопският анализ е особено полезен в криминалистиката, защото е обективен и позволява анализ на влакната без те да бъдат допълнително обработвани – обгаряни, боядисвани, изрязвани и т.н. Мироскопското тестване е много ефикасно при анализа на естествени влакна, като известни трудности може да се срещнат при анализа на синтетични влакна, тъй като много от тях имат сходна структура.

Тест с горене

Фиг. 27 – Тест с горене

След миросклоския анализ, тестът с горене е първата стъпка при идентификацията на влакното (Фиг. 27). Този тест е базиран на факта, че химичната структура на влакното до голяма степен определя какво ще се случи с него при излагането му на пламък. Начините, по които реагира влакното в присъствието на пламък са различни, като то може да гори, да се свива, да образува топчета, да издава различна миризма, да образува пепел при пълното му изгаряне, която е от различен произход. Методът е много бърз и може да бъде направен почти навсякъде. Въпреки това, теста е субективен и води да унищожаване на влакното, като се изразходва значително количество материал. Освен това може да се получат и токсични изпарения, например при акрилните влакна. Ако на местопрестъплението са събрани малко влакна, тогава този тест може да бъде неприложим.

Разтворимост или химичен тест

Първоначалното разпознаване на влакната може да се осъществи като се използва тяхната разтворимост в различни реагенти и сравнявайки данните с вече известната разтворимост на някои от влакната. Реакцията на текстилните влакна към различни разтворители е различна и зависи от химичната структура на влакната. Някои влакна напълно се разтварят в определени разтворители, докато някои разтворители могат и структурно да увредят влакната или частично да ги разтворят.

Тест с оцветяване

Химичната структура и реактивността на различните видове влакна определя тяхната устойчивост към определени бои или оцветители. Това довежда до разработването на смеси от бои, които са специално подготвени за идентификация на влакната, тъй като различните влакна се оцветяват в различни цветове в зависимост от техния химичен състав.

Основното ограничение на този тест е че може да се прилага само върху небоядисани материали и че химичното увреждане на влакното може да му повлияе. Въпреки това, този тест е много полезен, особено в комбинация със светлинно - микроскопско изследване.

Документни доказателства

Все повече документи се предлагат в електронен вид и циркулират в мрежата. Въпреки това, документи продължават да съществуват и на хартия и са позната форма за доказателство.

Знаете ли, че?

Проверката на оспорвани документи е професия от 1870 г.

Анализът на документи е много широка област в криминалистиката, свързана с изследването и сравнението с установени вещества на определени оспорвани документи. Изследваният документ е оригинален валиден документ, които е бил променен по някакъв начин, като това може да бъде всеки подпис, почерк, печатен текст или друг писмен текст. Примери за оспорвани документи са фалшиви чекове, сертификати, паспорти, лицензи, пари, писма, договори, спорни завещания, предсмъртни бележки, сменени медицински рецепти и дори подменени лотарийни билети.

Полимерните материали, които могат да бъдат анализирани от изследваните документи са мастило и хартия.

Мастило

Мастилото е един от най-използваните материали при създаването на документите. Има различни видове инструменти за писане, които могат да бъдат използвани в подготовката на ръкописни документи и всеки един от тях е свързан с определен вид мастило. Най-често използваните са химикали, специфични писалки, фулмастери и други видове, като например писалки с гел мастила, които стават все по-популярни.

Анализът на мастилата използвани в изследваните документи може да предостави на специалистите различна полезна информация. Анализите могат да определят дали два вида мастило са от един и същ произход, дали са произведени от един и същ производител и кога мастилото е било произведено.

Състав на мастилата

Мастилото е сложна смесица от цветове и може да включва оцветители, разтворители и фиксатори. Всички мастила, в основната си форма са изградени предимно от оцветители разтворени в определено количество и вид разтворители и фиксатори. Също така има и други органични и неорганични съставки, които могат да бъдат антиоксиданти, подобрители, мокрещи агенти, лубриканти, но всички те обикновено образуват много малка част от състава на мастилото.

Оцветителите са най-важната част на всички мастила, защото без тях мастилото няма да бъде видимо на дневна светлина. В зависимост от разтворителите и фиксаторите, и тяхното взаимодействие с оцветителя, могат да бъдат използвани два вида оцветители: бои и/или пигменти. Основната разлика между боите и пигментите е, че пигментите се състоят от фини частици на неразтворими материали, които са разпръснати в разтворител. Като цяло пигментите се считат за по-стабилни и дълготрайни от боите, защото пигментите са по-малко склонни към фоторазлагане и са неразтворими във вода. Техният цвят може да се определя от метало-центриран комплекс, който като цяло е по-устойчив, отколкото този в боите. Нещо повече - пигментите са по-трайни от боите, така че оцветителят е по-ефикасен при полагането върху материала.

Течната част на мастилото, която разпръсква и пренася оцветителя върху изследвания материал се нарича носител. Носителите са необходими, за да пренасят цвета от тонер касетата върху хартията. Веднъж попаднал върху хартията, разтворителят претърпява редица промени за определен период от време, докато оцветителя изсъхва върху хартията. Фиксаторите, които могат да бъдат естествени или синтетични са полимери, които се съдържат в мастилото с цел да им придадат определен вискозитет и начин, по който да се свържат с хартията при съхненето си.

Обикновено материалът е разтворен в носителя, за да създаде разтвор в който се добавят оцветителите.

Хартия

В днешно време голяма част от документите се съставят върху обикновена хартия и следователно анализа на хартията е важна част от работата на криминалистите – анализатори на документи. Въпреки че се говори много за така наречения "безхартиен офис", където повечето неща или всичко трябва да се съхранява и изпраща електронно, за сега това е реалност само в някои сфери. Използването на хартия е все още предпочитан начин за много видове документация.

Хартията обикновено се прави от растителен материал, в чийто основен състав влизат целулозни нишки, а дървесината е основният източник на тези нишки. По време на производството на хартия се добавят слепващи вещества, които правят целулозата по-хидрофобна (поемаща малко или никаква вода), за да се предотврати изчезването на мастилото. Множество материали, фиксатори и оцветители могат да бъдат използвани върху хартия и тъй като нейният състав зависи от производителя, то химичният ѝ анализ може да се използва, за да се установи нейният произход.

Методи за анализ на документи

Криминалистите, изследващи документите имат няколко метода за определяне на достоверността им. Първата стъпка винаги е да се провери документа с невъоръжено око. Изненадващо голям процент от фалшификациите са толкова грубо направени, че измамата е очевидна дори при бърза проверка. Ако се открие нещо нередно в документа, съществуват и други методи за анализ, като – използване на алтернативни светлинни източници, химичен анализ и микроскопски анализ.

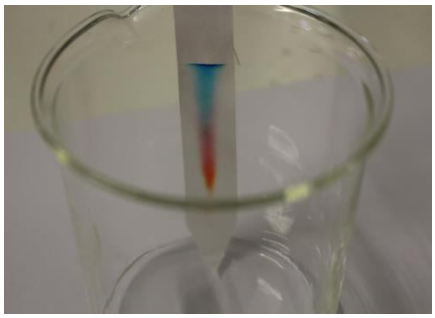
Алтернативни светлинни източници

Хартията и мастилото, които са неразличими на бяла светлина могат да имат съвсем различен вид на ултравиолетова (UV) или инфрачервена (IR) светлина. Някои неща, които са били изтрити или променени и биха изглеждали нормално на дневна светлина, то под ултравиолетова или инфрачервена могат да се проявят. Инфрачервената светлина разкрива различни мастила и бои. На инфрачервена светлина лесно се четат задраскани и изтрити думи. Ултравиолетовата светлина прави видими мазнините и химикалите.

Изследването с алтернативен източник на светлина, обикновено е първата стъпка във всеки един анализ на документи. Често пъти няма необходимост да се предприемат други стъпки.

Химичен анализ

Анализът на химичния състав на документите осигурява информация за произхода им и дали са извършвани някакви промени върху тях. Криминалистите използват редица химични тестове, за да сравняват мастилото и хартията.



Фиг. 28 - Пример за тънкослойна хроматография

Анализът на химичната структура на мастилото върху документите може да определи дали тествания документ е написан с една и съща химикалка. Една от най-широко използваните и общоприети методологии, използвани за сравнение и определяне на мастилото, е тънкослойната хроматография. Тънкослойната хроматография е ефективен и ефикасен метод за разделяне и идентификация на оцветители (Фиг. 28). Повечето търговски мастила, особено такива за химикалки, са смес от няколко органични бои. Разделителната диаграма на съдържащите се общ брой багрила в мастилата е много различен в зависимост от различната им структура, като по този начин се осигуряват достатъчно точки за сравняване между познатото и изследваното мастило.

Микроскопски анализ

Анализът на почерка е основен компонент в микроскопския анализ. Визуалното изследване на написаното върху даден документ, с помощта на използването на микроскоп с ниска разделителна способност, може да даде обща информация за вида на мастилото и следователно за вида на използваното средство за писане. Мастилата за химикалки са или на водна или на маслена основа. Мастилата на водна основа се използват в химикалките с пълнители и тънкописците. Тези на маслена основа се използват в други видове химикалки, използвани в ежедневната работа. Взаимодействието между мастило на водна основа и повърхността на листа се различава от взаимодействието на това на маслена основа. Това е поради факта, че повърхността на хартията е грапава и абсорбираща, мастилото на водна основа се стича по грапавините, което не се наблюдава при мастилото на маслена основа. Мастилата на маслена основа, често изглеждат сякаш остават на повърхността и имат блясък, докато тези на водна основа са по-матови.

Криминалистична Токсикология

Фиг. 29 – Парацелз

Преди 400 години швейцарският алхимик и физик Парацелз твърди, че: „Всички вещества са отрови – няма такива, които да не са отрови. Правилната доза разграничава отровата от лекарството“. Той е бил първият човек, който потвърждава, че веществата които са считани за токсични са безвредни, когато се вземат в малки дози. Също така той заявява, че ако безвредно вещество се приеме в големи количества, то може да бъде смъртоносно. Въз основа на това твърдение на Парацелз е създадена теорията за токсикологията.

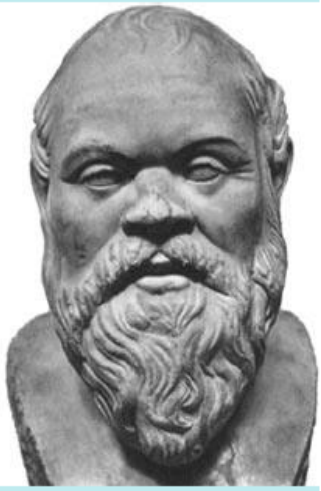
Токсикологията е наука която изучава отровите и идентифицира лекарствата и други вещества, които човек може да приема с медицинска, възстановителна или криминална цел. Тя изследва вредните ефекти на отровите и лекарствата върху тялото.

Криминалистичната токсикология е съвременна наука, която може да се счита за мултидисциплинарна, тъй като обхваща различни познания и е основана върху принципите на съвременната токсикология, с цел съдействие в случаите на съдебни разследвания и употреба на наркотици. Тази криминалистична наука основно се фокусира върху разпознаването, идентификацията и определянето на количеството на вредните ефекти причинени от токсичните компоненти върху човека. В повечето случаи, всички тези процедури се извършват след като криминалното разследване е започнало, с цел да се установи истинността на даден факт, преди да се произнесе закона.

Първоначално криминалистичната токсикология се е прилагала само за изучаване на трупове, като е извършван директен анализ. В резултат на този анализ криминалните токсиколози са могли да определят дали дадено престъпление има токсикологичен произход. Заедно с патолозите и лекарите, токсиколозите са ключов член на криминалистичния екип, който помага на разследващите да установят

времето и причинната на смъртта с точност и достоверност.

Има четири области в криминалистичната токсикология: постсмъртна криминалистична токсикология (токсикология за изследване след смъртта), токсикология по външния вид на човека и човешкото поведение, тест за наркотични вещества и допинг контрол на обществени места.



Знаете ли, че?

Отравянето на Сократ (470-399 г. пр.н.е.) чрез изпиването на извлек от бучиниш (отровно растение) е един от най-известните случаи на екзекуция чрез отравяне

Постсмъртната токсикология използва различни знания и източници, за да определи със сигурност точното време и причината за смъртта. Токсикологията по външния вид на човека е свързана с ефектите и последиците от приемането на алкохол и наркотици в човешкото поведение. Тестването за наркотици на работното място е насочен към сигурността на обществото, тъй като използването на наркотици може да причини значителни икономически вреди. В този смисъл, в чужбина вече е често срещана практика при кандидатстване за работа да се представи и тест за наркотични вещества. Също така е прието компанията без предупреждение да извършва проверка за прием на наркотици по време на работния ден. Криминалистичната токсикология намира широко приложение в антидопинговия контрол, особено чрез провеждане на токсикологични тестове, които правят възможно определянето на употребата на забранени вещества.

Установяването на определени вещества в човешкото тяло е възможно като се използват различни биологични течности: кръв, урина, слюнка, коса, пот. Те могат да бъдат анализирани чрез използването на аналитични методи като – течна хроматография-масспектрометрия (LC-MS) и газова хроматография-мас спектрометрия (GC-MS).

Кръвен допинг

Кръвният допинг се характеризира с използването на определени техники и/или вещества за увеличаване на броя на червените кръвни телца в кръвта. Следователно в тялото ще може да се транспортира повече кислород до мускулите, по този начин се увеличава силата и издръжливостта.

Знаете ли, че?

Най-известният случай на кръвен допинг е, че на колоездач Ланс Армстронг, който през 2013 г. призна за употребата на еритропоетин и други медикаменти за повишаване на ефективността му

Има три широко разпространени нелегални вещества или методи, които се използват за кръвен допинг:

- **Еритропоетин (ЕПО):** пептиден хормон, който се синтезира естествено в човешкото тяло. ЕПО може да се създаде и пречисти чрез комбинирането на различни методи.
- **Синтетични преносители на кислород**: пречистени протеини или химикали, които могат да пренасят кислород, в това число хемоглобин-базирани кислородни носители или перфлуоровъглероди (PFC).
- **Преливане на кръв**: може да бъде автопреливане, когато спортист получава собствената си кръв, която е била съхранена преди това (в повечето случаи замразена). Съществува още и хомопреливане и се отнася за случаите, когато кръвта е взета от друг човек със същата кръвна група.

Използването на тези вещества и методи в днешно време води до увреждания на организма (такива като сърдечни удари) и са забранени. Те са включени в списъка “Забранени вещества и методи“ на световната антидопингова агенция (World Anti-Doping Agency - WADA), международния олимпийски комитет (International Olympic Committee - IOC) и международната федерация за конни спортове (International Federation of Horseracing Authorities - IFHA).

Развитието на техниките за допинг контрол на спортистите, хората или животните е свързано с развитието на техниките за фалшифициране на резултати. В някои спортове, такива като колоезденето и язденето, атлетите имат биологичен паспорт. Основната идея на биологичния паспорт на атлета е да се разгледат различни биологични променливи, с цел те да бъдат наблюдавани в течение на времето за установяване на допинг.

Упражнения

Упражнение III-A: Физични и химични тестове на влакна

Мерки за безопасност

Използвайте предпазни ръкавици и облекло, предпазни очила и лабораторни маски.

Отнасяйте се много внимателно към открития пламък. Влакната се възпламеняват веднага и изгарят много бързо при висока температура. Избягвайте вдишването на пари, в следствие на горенето.

Обща информация

Влакната са сред най-често намираните следи от доказателства на местопрестъплението. Влакната са навсякъде. Те се откриват върху всеки обект направен от текстил, включително облекла, килими, чаршафи, кърпи, тапицирани мебели и предмети от домашния бит.

В процеса на идентифициране на неизвестни влакна в криминалистичната лаборатория, криминалистите използват съответни инструменти и тестове. Всяко естествено влакно, както и групата от синтетични влакна, имат определени специфични характеристики, които помагат при тяхната идентификация.

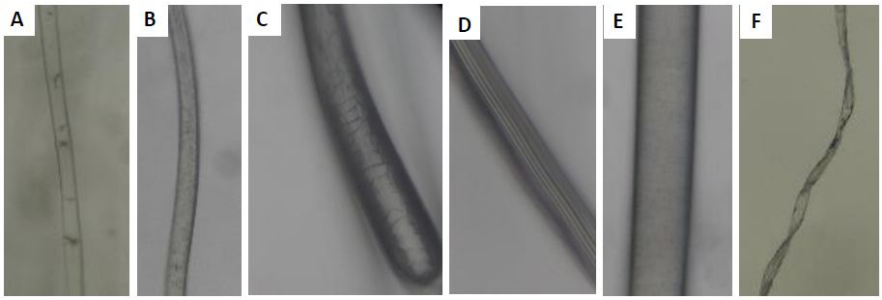
Визуалното и микроскопско изследване са основни методи за идентификация на влакното. Микроскопското изследване се фокусира по-скоро върху единични влакна, отколкото върху тъкани. Въпреки това, то може да даде полезна информация за текстила, който трудно може да се определи чрез микроскопски анализ. Теста чрез горене е първата стъпка за идентификация на влакното, след микроскопския анализ. Той е най-старият и най-простият тест за идентификация на влакното и за него се нуждаем само и единствено от спиртна лампа.

Как работи?

Микроскопско изследване

Едно просто оптично микроскопско изследване дава значима информация и може лесно да разграничи дали дадено влакно е естествено или синтетично. Много от естествените влакна, такива като вълна, памук и лен, имат характерен външен вид, който е лесно различим с микроскоп. Вълната, като животински косъм, има характерно повърхностно покритие на кутикул (въпреки, че след химическо третиране, тя може частично или напълно да загуби това покритие). Памукът има характерни извивки под формата на панделки. Ленът има дълги и неравномерни влакна с наподобяващи на бамбука връзки (Фиг. 30).

Копринатa и повечето синтетични влакна получени чрез изтегляне или втвърдяване на течности имат гладка повърхност (Фиг. 30). Поради тази причина е трудно да бъдат визуално различени при оглед под микроскоп на дневна светлина.



Фиг. 30 – Различни видове влакна, визуализирани под микроскоп
A: лен B: полиестер C: вълна D: коприна E: найлон F: памук

Тест с горене

Този тест се състои от няколко фази – поведение на влакното при приближаване към пламъка, поведение в самия пламък, вече извадено от пламъка, неговия мирис и остатък, останал след изгарянето. Това е сигурен и надежден начин за определяне групата (целулоза, протеин или синтетичен) на влакното.

Целулозните влакна (памук, лен и вискоза) се палят и горят бързо, отделят мирис на горяща хартия и имат остатък във вид на сива пепел. При изгасяване остава тлеещо влакно. От своя страна протеиновите влакна (коприна и вълна) горят бавно и се извиват настрани от пламъка. Тези влакна имат свойството да се самозагасят и имат мирис на горяща коса (вълната) или пера (копринатa). Получения остатък е с формата на мънисто, крехък и лесно се чупи при допир. Синтетичните влакна (найлон и полиестер) се палят и горят бързо и могат да продължат да горят и при отстраняване на пламъка. Тези влакна се огъват настрани от

пламъка и се топят. Миризмата е на химикали, а остатъка е плътно топче, което трудно се чупи.

Цвета на влакното се повлиява малко или едва забележимо по време на теста с горене. Дори силно оцветените влакна имат относително малко количество боя в сравнение с общата маса на влакното. Същевременно, рядко боята може да повлияе на отделяната при горенето миризма.

Последователност от действия

Част1: Микроскопско изследване на влакна

1. Надпишете от едната страна на микроскопското стъкло идентификаторите (например: памук, найлон, полиестер, вискоза, вълна и Доказателство №6).
2. Използвайки капкомер, капнете няколко капки вода в центъра на микроскопското стъкло.
3. Използвайки пинсета, поставете влакното в безцветен лак за нокти. **Забележка**: За да спестите използването на много тестови стъкла можете да поставите до три мостри от едно и също влакно на всяко от стъклата.
4. Внимателно сложете покривното стъкло върху влакната. Може да се наложи внимателно да притиснете горното стъкло към долното, за да се получи равномерен слой от безцветния лак. Старайте се да не се получат мехурчета въздух. Оставете течността напълно да изсъхне преди да преминете към следващата стъпка.
5. Повторете процеса с всички останали мостри влакна и Доказателство №6.
6. Поставете едно от подготвените стъкла под микроскопа и разгледайте при минимално увеличение. Настройте светлината, ако е необходимо, за да получите чисто и контрастно изображение.
7. Запишете резултатите в Таблицата за данни 11.

Таблица 11 – Таблица на резултатите

Влакно	Наблюдения
Памук	
Лен	
Найлон	
Полиестер	
Коприна	
Вълна	
Доказателство №6	

Част 2: Сравняване на влакна от вашите дрехи

1. Направете примка от опаковъчно тиксо с лепкавата страна навън (както е показано на снимката) като плътно вкарате два или три пръста в примката. Притиснете лепкавата част няколко пъти към връхната си дреха – риза, блуза.

2. С примката на ръката ви притиснете лепкавата част към повърхността на чисто микроскопско стъкло. С маркер надпишете стъклото така, че да се знае от коя дреха е всеки взет образец на влакната.
3. Извадете си пръстите и с ножица изрежете цялото излишно тиксо от стъклото.
4. Повторете стъпките от 1 до 3 с други проби от панталон, пола и вземете образец от обувките.
5. Поставете едно от подготвените стъкла под микроскопа и разгледайте при минимално увеличение. Настройте светлината, ако е необходимо, за да получите чисто и контрастно изображение.
6. Запишете резултатите в Таблицата за данни 12.

Таблица 12 – Таблица за данни

Облекло	Описание на вашите облекло/обувки и преобладаващи цветове	Наблюдение и описание на влакната по време на микроскопското изследване
Горна дреха		
Долна дреха		
Обувки		

Част 3: Анализ на влакна чрез тест с изгаряне

1. Използвайки малка свещ или спиртна лампа, като източник на топлина, анализирайте реакцията на всеки тип влакно към топлината и процеса на горене.
2. Напълнете на половина Бехерова чаша с вода, за да я използвате за гасене.
3. Анализирайте всеки вид влакно като използвате метода описан по долу, запишете какво се наблюдава - външен вид, миризма и при докосване.
   а) Използвайки форцепс, доближете всяко влакно близо до пламъка, но без да го докосвате. Забележете как реагира влакното на присъствието на топлина. Запишете наблюдението си в Таблица 13.

   б) Сложете влакното в пламъка и вижте колко бързо изгаря то. Опишете вида на пламъка.

   в) Бързо издърпайте влакното от пламъка; вижте дали то продължава да гори или не. Ако не гори, то загасете пламъка. Запишете миризмата на изгореното влакно и отбележете на какво ви прилича в Таблица 13.

   г) След охлаждане изучете остатъка от изгорялото влакно (какво е на цвят – черно, кафяво, бяло, меко, твърдо, крехко и т.н.), запишете резултата в Таблица 13.

Таблица 1 – Тест с изгаряне на влакна

Влакно	В близост до пламъка	В пламъка	Извън пламъка	Миризма	Вещество, останало след изгаряне
Памук					
Лен					
Найлон					
Полиестер					
Коприна					
Вълна					
Доказателство №6					

Въпроси:

1. Въз основа на проведените тестове определете типа на влакното от Доказателство №6. Обяснете отговора си.

   _____

   _____

2. Определете основните видове влакна.

   _____

   _____

3. Естествените влакна могат да произлизат от:

   а) Растения и животни

   б) Само от растения

   в) Само от животни

   г) Растения, животни и минерали

4. Опишете три източника на естествени влакна. Дайте пример за всеки вид естествено влакно.

   _____

   _____

5. Всички от изброените характеристики са на синтетични влакна, с изключение на:

   а) Те се образуват от свързване на мономер в полимерна молекула

   б) Те са създадени от човека

   в) Те се използват в производството на килими

   г) Те не съдържат никакви естествени влакна

   Обяснете вашия отговор:

   _____

   _____

6. Кое от изброените наблюдения се използва при идентифициране на точно определено влакно:

   а) Миризма от изгорено влакно

   б) Как влакното реагира на огън

   в) Цвят и структура на остатъка след горене

   г) Всичко от изброените

Упражнение III-B: Невидимо мастило

Мерки за безопасност

Използвайте предпазни ръкавици и облекло, предпазни очила и лабораторни маски.

Отнасяйте се много внимателно към открития пламък.

Избягвайте вдишването на пари, в следствие на горенето.

Обща информация

Криминалистичното изследване на документи, още известно като документно изследване, е дял от криминалистиката, който включва изследване на хартия, мастило, печатен текст и средства за писане.

Анализът на мастилото е важна част от изследването на оспорвани документи, но мастилото често пъти може да е скрито (невидимо), което прави документа труден за анализиране.

Скритото или невидимо мастило е вещество направено от много различни субстанции, което широко се използва в стеганографските схеми[10] (използва се при прикриване на документация, съобщения, документи със снимка, само съобщение или само снимка) така, че невидимите съобщения да бъдат написани върху хартията. Най-общо, невидимите мастила могат да бъдат категоризирани като: органични и симпатически. Органичните мастила съдържат естествени съставки – такива като лимонов сок, оцет, мляко, слюнка, пот и сок от лук. Симпатическите мастила са химични разтвори, които могат да съдържат един или повече химикали.

Скритите съобщения написани със скрито мастило, могат да станат видими чрез процес, който зависи от вида на невидимото мастило. Органичните невидими мастила могат да бъдат разкрити чрез топлина, например огън, ютия, електрически крушки, а някои от тях могат да бъдат видяни, когато се поставят под ултравиолетова светлина (UV). Симпатическите мастила изискват прилагането на специфични материали (наричани реагенти). Те могат да бъдат приготвени от друг химикал или от смес от химикали.

[10] Стеганографията е наука за скриването на една информация в друга.

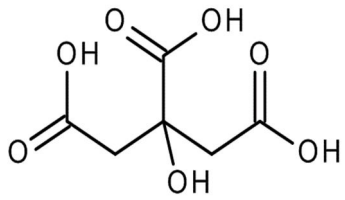
Търсенето на инициалите, които са написани невидимо върху даден документ е практика, която произхожда от древността и е прилагана за разпознаване на шпионаж по време на война или при комуникацията между затворници и външния свят.

Как работи?

Органичните мастила са едни от най-често използваните и могат да бъдат разкрити чрез топлина или ултравиолетова светлина.

По време на топлинен процес органичното мастило променя влакната на хартията (като ги прави по-слаби), така когато е изложено на топлина, невидимото мастило има по-ниска температура на горене и става кафяво по-бързо от хартията. Мастилата, които се разкриват с помощта на топлина обикновено са киселинни, защото те променят химичната структура на хартията, като се окисляват при въздействието на топлина (веществата, които се съдържат в течността губят електрони, следователно това променя техния химичен състав) и това окисляване превръща съединенията в кафяви на цвят.

Лимоновият сок може да бъде използван като невидимо мастило, тъй като той първоначално е невидим за невъоръженото око, защото е съставен от захар, вода и цитрусова киселина. Нито едно от тези вещества не е цветно, затова „невидимия“ лимонов сок изсъхва върху хартията. Цитрусовата киселина окислява другите компоненти, като предпазва лимона от потъмняване. Въпреки това, лимоновия сок може да стане видим чрез нагряване, което причинява разграждане на цитрусовата киселина, следователно лимоновия сок се окислява. (Фиг. 31)



Фиг. 31 – Химична структура на цитрусовата киселина ($C_6H_8O_7$)

От друга страна, определени мастила, които са невидими с просто око, стават видими под въздействието на ултравиолетова светлина (светлина с дължина на вълната от 100 до 400 nm). Невидимите мастила съдържат вещества, които флуоресцират, когато са изложени на източник на ултравиолетова светлина. Материалът абсорбира известно количество енергия и флуоресцира във видимия спектър, когато е подложен на ултравиолетова светлина. Това се случва с много

органични съединения, като например перилните препарати и слънцезащитните лосиони.

Слънцезащитните вещества са направени от неорганични (не са на въглеродна основа) и органични (на въглеродна основа) материали, които флуоресцират когато са изложени на ултравиолетова светлина. Неорганичните материали включват цинков оксид (вещество, което прави слънцезащитния крем бял) и титаниев диоксид. Те физически блокират ултравиолетовите лъчи и отразяват, разпръскват и абсорбират ултравиолетовата светлина. От друга страна органичните материали реагират химически, абсорбирайки ултравиолетовата светлина, чрез химични връзки. Тъй като връзките абсорбират UV – излъчването, компонентите на слънцезащитните лосиони бавно се разрушават и освобождават топлина.

Последователност от действия

Част 1: Анализ на неизвестна проба

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. С източника на ултравиолетова светлина от набора с инструменти, проверете дали има написано съобщение върху Доказателство №7.

Допълнителни упражнения:

Част 2: Лимоновия сок като невидимо мастило

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. Разполовете внимателно с помощта на нож един лимон и изтискайте сока от него във флакон от 50 мл.
3. Потопете клечка за уши в лимоновия сок, докато тя се напои (това ще бъде вашето мастило). Отстранете излишния сок, като го попиете с домакинска хартия.
4. С приготвеното „мастило“ от клечката за уши напишете или нарисувайте нещо на чист лист хартия. Може да се наложи да повторите стъпка 3 няколко пъти, за да завършите вашето съобщение или рисунка.
5. Изчакайте 5 минути, за да изсъхне хартията. След като изсъхне ще изглежда, че имате празен лист хартия.
6. Дръжте хартията успоредно на източника на топлина и я движете така, че пламъкът да мине през съобщението. В резултат от това, то трябва да се появи веднага.

   Внимание: Не дръжте листа твърде близко до пламъка, защото може лесно да се възпламени.

Част 3: Слънцезащитен лосион под формата на невидимо мастило

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло
2. В цилиндър изсипете 10 мл от слънцезащитен лосион и 40 мл вода (съотношение 1:5) и прехвърлете разтвора във флакон - контейнер.
3. Енергично разклатете разтвора, за да го смесите.

4. Потопете клечка за уши в слънцезащитния разтвор, докато памука се покрие с него (това ще бъде вашето мастило). Отстранете излишъка, като внимателно го попиете с домакинска хартия.
5. С приготвеното „мастило“ от клечката за уши напишете или нарисувайте нещо върху бял лист хартия. Може да се наложи да повторите стъпка 4 няколко пъти, за да завършите вашето съобщение или рисунка.
7. Изчакайте 5 минути, за да позволите на хартията да изсъхне. След като изсъхне ще изглежда, че имате празен лист хартия.
6. С източника на ултравиолетова светлина от набора с инструменти, визуализирайте съобщението.

Въпроси:

1. Определете и обяснете различните видове невидими мастила.

_____

_____

2. Определете трите метода за разкриване на невидимото мастило.

_____

_____

3. Ултравиолетовата светлина има дължина на вълната:

   а) 100 nm до 400 nm

   б) 400 nm до 800 nm

   в) 800 nm до 1 mm

   г) Нито едно от предходните

4. Обяснете действието на цитрусовата киселина.

_____

_____

Упражнение III-C: Цвета на вината – Хроматографията

Мерки за безопасност

Използвайте предпазни ръкавици и облекло, предпазни очила и лабораторни маски.

Етанолът е леснозапалим!!!

Обща информация

Анализът на мастилото е важна стъпка при криминалстичното изследване на даден документ. Тъй като мастилото се използва за писане или рисуване, неговия анализ може да даде съответната информация за изследвания документ. Основен аспект на изследването на мастилото е определянето на състава му.

При изследването на мастилото се извършва разделянето на неговите компоненти чрез хроматографска техника. Хроматографията разделя веществата от една смес в зависимост от техните физични свойства.

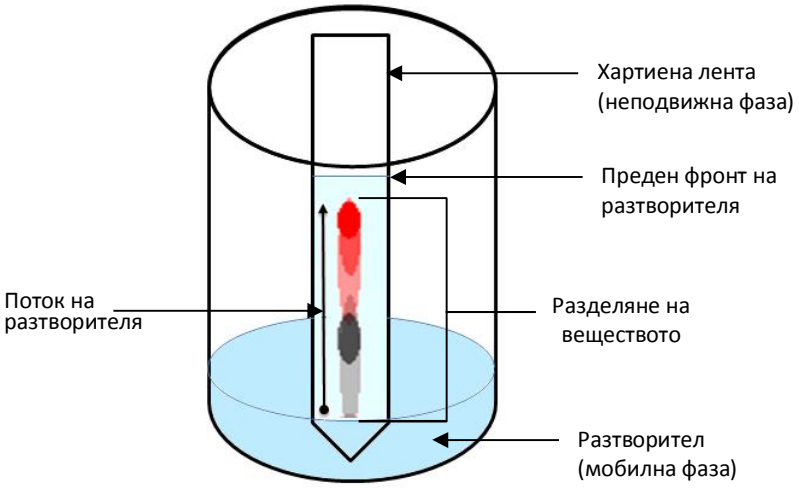
В хроматографията съставките на сместа се разтварят в разтворител (подвижна фаза), като различните вещества се разделят, според това как те реагират с материала в неподвижната фаза. Има различни процеси на разделяне, които могат да бъдат разделени в три категории:

1. Тънкослойна хроматография (Thin layer chromatography - TLC) – наричана още хроматография на хартията, като неподвижната фаза е тънък слой материал, който е поставен върху стъкло или алуминиева плака.
2. Течна хроматография – разтворът, който се съдържа в сместа се впръсква през много тесен отвор направен от материал в неподвижна фаза.
3. Газ хроматография – изследваната смес е газообразна и се прокарва през тънък процеп, чиято повърхност е покрита с материал на твърдата фаза.

Най-често използваният криминалистичен метод за анализиране на мастила от документи е тънкослойната хроматография. Той е проста хроматографска техника, която се използва за да се разделят нелетливи смеси и дава много бърз резултат.

Тънкослойната хроматография работи на същия принцип, както всички хроматографски техники: веществото ще има различен афинитет към подвижната и твърдата фаза и това се отразява на скоростта, с която се движи. Целта на метода е да се получат ясни и отделни точки (т.е. петното от мастило се разделя на различни мастилени вещества, които изглеждат като различно оцветени ивици).

Резултатът от хроматографията се нарича хроматограма. Хроматограмата показва до къде е достигнал разтвора и разтворените в органичната смес вещества, които образуват цветен модел (Фиг. 32)

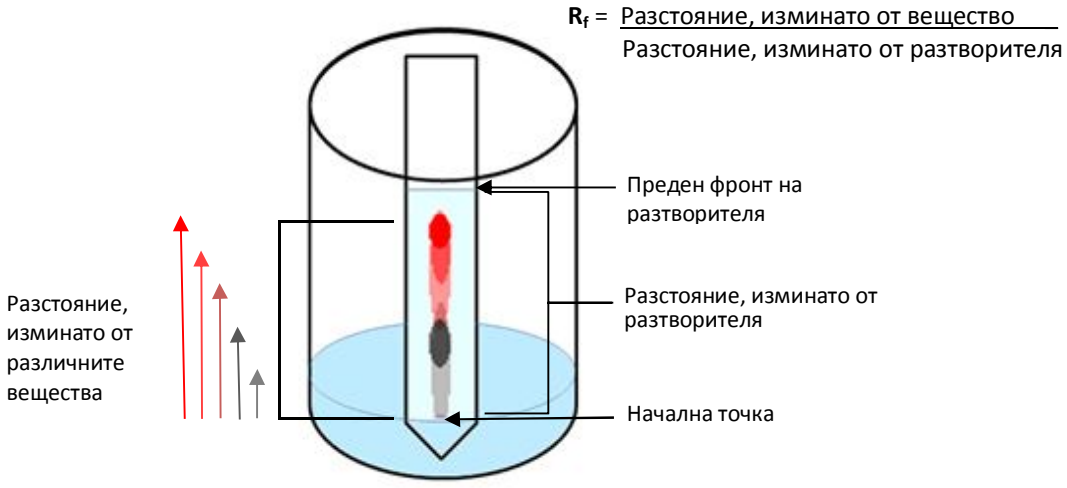


Фиг. 32 – Пример за разделяне на субстанции в мастилото, чрез използването на тънкослойна хроматография

Как работи?

В хартиената хроматография, малко количество от мастилото се отделя от документа и се поставя върху абсорбираща хартия. След това се потапя в разтвор, например вода, алкохол или ацетон. Разтворът попива в хартията (твърда фаза) чрез капилярно действие (движение на разтвора върху хартията, поради привличане на молекулите на разворителя с молекулите на хартията). Когато разтворителят минава през хартията, сместа се разтваря. Веществата в сместа, които са най-силно привлечени от хартията се нуждаят от повече време, за да се абсорбират и малко време, за да се разтворят в разтворителя, ето защо те се движат по-бавно и оставят цветни петна по хартията. Субстанциите, които са по-слабо привлечени от хартията, изискват повече време, за да се разтворят в разтворителя и да се придвижват по-бързо по нея.

Различните вещества в сместа се разделят, оставяйки цветни петна на различни нива върху хартията. Тези вещества могат да бъдат определени чрез коефициент, наречен фактор на отлагане (R_f), който представлява съотношение между разстоянието, което те са изминали и разстоянието, изминато от разтворителя (Фиг. 33).



Фиг. 33 – Процедура за изчисляване на R_f стойността в хартиена хроматография

Действителните разстояния изминати от веществата и разтворителя могат да са различни в различните експерименти, но стойността на коефициента R_f остава постоянна за всяко вещество. Следователно, еднаквите вещества имат едни и същи стойности на R_f.

Стойностите на R_f изключително много зависят от природата на разтворителя. Стойността на R_f е ниска, когато веществото е силно привлечено от абсорбента и не изминава голямо разстояние от първоначалната си точка. С увеличаване на полярността на разтворителя, ще се увеличи и привличането на веществото към разтворителя, а това би довело до изминаване на по-голямо разстояние, което ще се отрази и на по-високата стойност на R_f. Идеалният разтворител е този, който осигурява най-доброто разделяне.

Последователност от действия

Част 1: Разделяне на мастило за химикалки чрез хроматография

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. Използвайки Доказателство №8 направете точка с размер 2-3 мм на два сантиметра от заострения край на индикаторната хартия (тази точка ще бъде в контакт с разтворителя). Повторете действията за Доказателство №11, използвайки друга индикаторна хартия.

3. Надпишете индикаторните хартии в горната им част.
4. Сложете в колба 30 мл етанол и 10 мл вода (съотношение 7,5:10).
5. Сложете индикаторните хартии в колбата и ги прикрепете с тиксо на различни места към колбата така, че да не се мърдат. Индикаторните хартии трябва да са в контакт с разтвора, но точката трябва да е над нивото му, без да докосва стените на колбата.

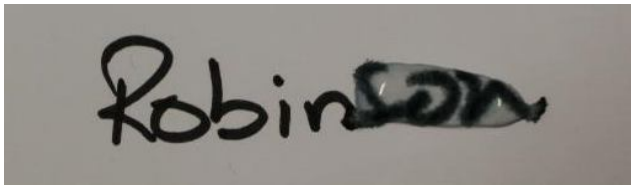
6. Покрийте колбата с предметно стъкло или друг предмет.
7. Изчакайте 35 минути, за да позволите на разтворителя да попие в индикаторната хартия.
8. След това извадете индикаторните хартии от колбата и отбележете до къде е стигнал разтвора.
9. Запишете резултатите в Таблица 14.

Таблица 2 – Таблица на резултатите от тестовете

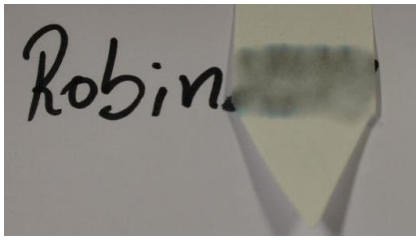
Проба	Доказателство №8			Доказателство №11		
	Разстояние изминато от веществото (cm)	Разстояние изминато от разтворителя (cm)	Стойност на R_f	Разстояние изминато от веществото (cm)	Разстояние, изминато от разтворителя (cm)	Стойност на R_f
Вещество 1						
Вещество 2						
Вещество 3						
Вещество 4						

Част 2: Изследване на доказателствен документ чрез хроматография

1. Сложете си ръкавици и защитно облекло.
2. Използвайки Доказателство №7, капнете четири капки вода върху последните три букви от името на жертвата, внимателно с кухненска хартия отстранете излишната вода без да докосвате мастилото.



3. На 2 см от заострения край на индикаторната хартия, сложете хроматографската хартия върху мокрите букви, за да абсорбирате мастилото от хартията и внимателно натиснете хроматографската хартия с пръсти.



4. С Доказателство №8 и №11, направете същото като с Доказателство №7, парчето хартия трябва да бъде идентично, като изследвания документ.
5. Повторете стъпки 2 и 3.
6. Надпишете индикаторните хартии в горния край с молив, така че да може да ги разграничавате.
7. В колба сложете 30 мл етанол и 10 мл вода (съотношение 7,5:10).
8. Сложете индикаторните хартии в колбата и ги прикрепете с тиксо на различни места към колбата така, че да не се мърдат. Индикаторните хартии трябва да са в контакт с разтвора, но точката трябва да е над нивото му, без да докосва стените на колбата.
9. Покрийте колбата с предметно стъкло или друг предмет.
10. Изчакайте 35 минути, за да позволите на разтворителя да попие в индикаторната хартия.
11. След това извадете индикаторните хартии от колбата и отбележете до къде е стигнал разтвора.
12. Запишете резултатите в Таблица 15.

Таблица 15 – Таблица на резултатите от тестовете

Проби	Доказателство №7			Доказателство №8			Доказателство №11		
	Разстояние изминато от веществото (cm)	Разстояние изминато от разтворителя (cm)	Стойност на R_f	Разстояние изминато от веществото (cm)	Разстояние изминато от разтворителя (cm)	Сойност на R_f	Разстояние изминато от веществото (cm)	Разстояние изминато от разтворителя (cm)	Стойност на R_f
Вещество 1									
Вещество 2									
Вещество 3									

Въпроси:

1. Посочете трите вида хроматография.

_____

_____

2. Обяснете основния принцип на тънкослойната хроматография (хартиена хроматография).

_____

_____

3. Обяснете защо е необходимо да се покрива колбата по време на обработването на хартията.

_____

_____

Упражнение III-D: Кръвен допинг

Мерки за безопасност

Носете защитни ръкавици и дрехи, очила и лабораторни маски

При боравене с кръвните проби спазвайте мерките за безопасност

Обща информация

Кръвният допинг е незаконен метод за увеличаване броя (концентрацията) на червените кръвни телца в кръвта, за да се подобрят постиженията на спортистите (особено на дълги разстояния, като бягане и колоездене). Тъй като тези кръвни телца пренасят кислорода от белите дробове към мускулите, по-високата им концентрация в кръвта може да подобри аеробния капацитет и издръжливостта на спортистите.

Един от най-често използваните методи за кръвен допинг е употребата на еритропоетин (ЕПО). Той е естествен хормон, който се произвежда в организма, като се отделя от бъбреците и действа на костния мозък за стимулиране на производството на червени кръвни телца. Увеличаването на червените кръвни телца подобрява преноса на кислород от кръвта към мускулите на тялото.

Човешкия еритропоетин (с химична формула $C_{815}H_{1317}N_{233}O_{241S5}$) има компактна глобулна структура, която съдържа около 40% въглеводороди, а останалите 60% са свързани с единична полипептидна верига с 165 аминокиселини, с двойни вътрешно-молекулярни дисулфидни мостове (Фиг. 34)

Ala-Pro-Pro-Arg-Leu-Ile-Cys-Asp-Ser-Arg Val-Leu-Glu-Arg-Tyr-Leu-Leu-Glu-Ala-Lys

Glu-Ala-Glu-Asn-Ile-Thr-Thr-Gly-Cys-Ala Glu-His-Cys-Ser-Leu-Asn-Glu-Asn-Ile-Thr

Val-Pro-Asp-Thr-Lys-Val-Asn-Phe-Tyr-Ala Trp-Lys-Arg-Met-Glu-Val-Gly-Gln-Gln-Ala

Val-Glu-Val-Trp-Gln-Gly-Leu-Ala-Leu-Leu Ser-Glu-Ala-Val-Leu-Arg-Gly-Gln-Ala-Leu

Leu-Val-Asn-Ser-Ser-Gln-Pro-Trp-Glu-Pro Leu-Gln-Leu-His-Val-Asp-Lys-Ala-Val-Ser

Gly-Leu-Arg-Ser-Leu-Thr-Thr-Leu-Leu-Arg Ala-Leu-Gly-Ala-Gln-Lys-Glu-Ala-Ile-Ser

Pro-Pro-Asp-Ala-Ala-Ser-Ala-Ala-Pro-Leu Arg-Thr-Ile-Thr-Ala-Asp-Thr-Phe-Arg-Lys

Leu-Phe-Arg-Val-Tyr-Ser-Asn-Phe-Leu-Arg Gly-Lys-Leu-Lys-Leu-Tyr-Thr-Gly-Glu-Ala

Cys-Arg-Thr-Gly-Asp

Фиг. 34 – Последователност от аминокиселини, формираща структурата на еритропоетина. **Ala** – Alanine, **Pro** – Proline, **Arg** – Arginine, **Leu** – Leucine, **Ile** – Isoleucine, **Cys** – Cysteine, **Asp** –Aspartic acid, **Ser** – Serine, **Val** – Valine, **Glu** – Glutamic acid, **Tyr** – Tyrosine, **His** – Histidine, **Lys** –Lysine, **Asn** – Asparagine, **Thr** – Threonine, **Gly** – Glycine, **Trp** – Tryptophan, **Gln** – Glutamine, **Phe** – Phenylalanine, **Met** – Methionine

Еритропоетинът може да бъде определен чрез изчисляване на хормоналното ниво, с помощта на преброяване на червените кръвни телца, съдържащи се в кръвната проба. Нормалните нива на еритропоетин варират от 4 до 24 mU/mL (мили единици на милилитър). Отклоненията от нормата на ЕПО в кръвта могат да предполагат възможно заболяване на костния мозък или бъбреците, или злоупотреба с ЕПО. Еритропоетинът действа краткотрайно в тялото (48 часа), но биологочното въздействие, като положителните ефекти върху представянето, могат да продължат седмици или дори месеци.

Използването на еритропоетин е много опасно за здравето, тъй като увеличения брой червени кръвни телца увеличават вискозитета (плътността) на кръвта и става трудно за сърцето да изтласква кръвта към другите части на тялото. Това може да предизвика инфаркт или прескачане на сърцето.

Последователност от действия

1. Поставете Доказателство №9 върху микроскопско стъкло. Поставете пробата под окуляра на най-ниско увеличение.
2. Настройте светлината така, че да получите ясен и контрастен образ.
3. Внимателно завъртете пробата до достигане на следващо ниво на увеличение. Използвайки копчето за фина настройка, направете образа да стане ясен, колкото е необходимо.
4. Повторете стъпки от 1 до 3 за изследването на Доказателство №10-А, Доказателство №10-В и Доказателство №10 –С.
5. Запишете резултатите в Таблица 16.

Таблица 16 – Таблица за данни

Проби	Резултати	Анализ на резултатите
Доказателство №9		
Доказателство №10 – А		
Доказателство №10 – В		
Доказателство №10 – С		

Въпроси:

1. Обяснете какво е кръвен допинг.

_____

_____

2. Обяснете какво е еритропоетин (ЕПО) и неговото въздействие.

_____

_____

3. Еритропоетинът може да се разпознае чрез:

   а) Количеството на белите кръвни телца

   б) Количеството на червените кръвни телца

   в) Количеството на белите и червени кръвни телца

   г) Нито едно от предишните