

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ  
«ПЕРЕМЫШЛЬСКИЙ ТЕХНИКУМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТА»

Дисциплина

**Химия**

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ

Тема

Химические реакции на службе у человека

Выполнил обучающийся:

курс 1 группа ТС-1

Жарков Никита Андреевич

(ФИО полностью)

Руководитель:

Преподаватель ГБПОУ КО «ПТЭТ»

Котуранова Наталья Николаевна

(должность, ФИО)

Перемышль, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	
1.1. Химическая реакция и ее признаки.....	5
1.2. Химические реакции в быту и в промышленности.....	6
1.3. Химические реакции в организме человека.....	7
1.4. Химические реакции в работе техника по ремонту и обслуживанию автомобилей .....	8
1.5. Химические реакции в военном деле.....	13
1.6. Химические реакции в криминалистике.....	15
<b>ГЛАВА II. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	
2.1. Моделирование ситуации, взятой из криминальной хроники .....	17
2.2. Применение теста Шерлока Холмса для обнаружения крови.....	18
2.3. Проведение эксперимента (тест Кастл-Мейера) ....	19
2.4. Решение смоделированной ситуации.....	22
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	23
<b>СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	24
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	25

## ВВЕДЕНИЕ

В данном проекте я хочу рассказать о роли химических реакций – как они могут послужить человеку для пользы в различных областях жизни и как избежать их вредного воздействия (например, в профессиональной деятельности техника по ремонту и обслуживанию автомобилей).

Актуальность исследования состоит в том, что многие люди не обладают даже элементарными химическими знаниями о веществах и их превращениях, поэтому овладение любыми видами химической грамотности будет полезно для бытовых ситуаций, в профессиональной деятельности, а также для увлечений (например, в моем проекте – понимание некоторых ситуаций в детективах).

Цель: показать, насколько важно понимание химических реакций для различных областей жизни человека.

Задачи:

1. Собрать и проанализировать информацию из научной и учебной литературы, а также из периодических изданий о химических реакциях в жизни человека.
2. Дать развернутый анализ химическим реакциям, которые встречаются в профессиональной деятельности техника по ремонту и обслуживанию автомобилей.
3. Смоделировать ситуацию из детективного рассказа и решить ее с помощью эксперимента.
4. Сформулировать выводы и подвести итоги исследования

Гипотеза состоит в том, что знание о химических реакциях, встречающихся человеку, может оказать ему помощь во многих сферах жизни.

Объектом исследования являются химические реакции

Предметом исследования является значимость знания о химических реакциях.

Период исследования с 13.12.22. по 29.03.23.

Методы исследования

1. Обзор и анализ информационных источников.
2. Моделирование ситуации
3. Эксперимент.
4. Наблюдение.
5. Анализ и обобщение полученных результатов.

# ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Химическая реакция и ее признаки

Химическая реакция — превращение одного или нескольких исходных веществ (реагентов) в другие вещества (продукты), при котором ядра атомов не меняются, при этом происходит перераспределение электронов и ядер, и образуются новые химические вещества [1]. Изменяются вещества, значит, изменяются их свойства:

- исходные вещества → продукты реакции,
- свойства исходных веществ → свойства продуктов реакции.

Изменения, происходящие с веществами, свидетельствуют о протекании химической реакции и являются признаками химических реакций.

Признаки химических реакций:

- выделение газа;
- образование или растворение осадка;
- изменение цвета;
- изменение запаха;
- излучение света;
- выделение или поглощение тепла.

С химическими реакциями мы сталкиваемся практически ежедневно. Химические реакции совершаются внутри нашего организма и поддерживают нашу жизнь. Очень многие вещи созданы с помощью химических реакций. Если мы заболеем, то принимаем лекарства, которые тоже — продукт химических реакций. Когда мы готовим еду, в пищевых продуктах происходят химические реакции. Можно привести еще много примеров, но даже приведенные говорят о том, что химические реакции окружают нас повсюду и всегда.

## 1.2. Химические реакции в быту и в промышленности

Химия – не только научно-теоретическая дисциплина. Это одна из самых применимых на практике наук. Ее открытиями пользуются промышленность, сфера услуг и просто любая семья. Лекарства, косметика, бытовая химия, многие пищевые добавки, вещи первой необходимости – все это получено с помощью химических веществ и их реакций.

**Химические реакции в быту.** С помощью химических реакций получено огромное количество веществ бытовой химии. Вот только некоторые из них: стиральные порошки, мыло; шампуни; клеи, краски, лаки; пятновыводители, очистители, крема для обуви; удобрения, вещества для защиты домашних растений от насекомых, болезней. Кроме того, химические реакции «работают» при стирке и на кухне. Так, при стирке активные вещества вступают в реакцию с грязью, в результате чего она как бы отталкивается от ткани. В хозяйственном мыле – это обычная щелочь природного происхождения, в порошках – синтетические ПАВ. Когда готовят пирог, то смешивают соду и лимонный сок. Происходит процесс растворения соды и выделения углекислого газа  $\text{CO}_2$ . Он пробивает себе выходы, и тесто поднимается. Очистка металлической посуды от накипи с помощью лимонной кислоты производится в результате растворения твердых карбонатных пленок (накипи) в кислой среде. Садовые и дикie яблоки, оставленные в разрезанном виде, через 5-10 минут становятся буроватыми. Но они не испортились. Это произошла реакция окисления железа, содержащегося в мякоти. Но в воздухе железо соединилось с кислородом, и произошло образование оксида.

**Химические реакции в промышленности.** На химических реакциях основано большинство промышленных производств мира. Так, благодаря промышленной химии, получают: лекарства; продукты питания; пластиковые, резинотехнические изделия; бензин; бумажные изделия; синтетические ткани; строительные и отделочные материалы; металлы и

сплавы с новыми свойствами для медицины, космоса, электроники; кисломолочную продукцию и многое другое. Как отдельный комплекс выделяют химическую промышленность, состоящую из фармацевтической, нефтехимической, горно-химической отраслей. Общество получает от них значительный объем продукции. Вещества, полученные химическим путем, используют в медицине. Они помогают сохранить больным людям жизнь, поддерживают здоровье. Сельским жителям и сельскохозяйственным предприятиям помогают обезопасить поле, сад, огород, приусадебное хозяйство, птицефабрику, повысить урожайность или надои. Это дает возможность обеспечивать едой жителей планеты.

### **1.3. Химические реакции в организме человека**

Совокупность всех химических реакций, происходящих в организме человека – это обмен веществ и энергии, или метаболизм. Нет ни одного процесса в живом организме, который бы шел без участия метаболизма, так как в основе любого физиологического процесса лежат физические и химические преобразования. В процессе метаболизма, поступившие в организм вещества, путем химических изменений превращаются в собственные вещества тканей или в конечные продукты, которые выводятся из организма. При этих химических превращениях освобождается и поглощается энергия. Все химические реакции, проходящие в организме, являются ферментативными.

Сложные органические соединения из продуктов питания расщепляются в органах пищеварения под действием ферментов до простых веществ, которые поступают в кровь и транспортируются ко всем тканям. В клетках вещества участвуют в химических реакциях, обеспечивающих организм энергией и строительным материалом для построения и обновления тканей и органов.

## **1.4. Химические реакции в работе техника по ремонту и обслуживанию автомобилей**

При работах по ремонту и обслуживанию автомобилей техник сталкивается со следующими химическими реакциями:

**1. Реакции горения топлива.** Горение топлива — сложный физико-химический процесс превращения исходных веществ в продукты сгорания в ходе экзотермических реакций, сопровождающийся интенсивным выделением тепла.

Для обеспечения сгорания в двигателе внутреннего сгорания небольшое количество топлива смешивается с поступающим воздухом. К сожалению, двигатель внутреннего сгорания не может сжигать без остатка все топливо, которое он использует. Вследствие этого двигатель выпускает побочные продукты сгорания в виде отработавших газов. Некоторые из этих побочных продуктов вредны и загрязняют воздух. Борясь с этой проблемой, изготовители автомобилей разработали так называемые устройства понижения токсичности выхлопа, которые ограничивают выброс этих вредных веществ или полностью устраняют его.

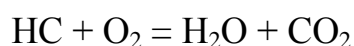
В процессе сгорания происходят несколько химических реакций. Одни соединения разрушаются, а новые соединения образуются. Управление процессом сгорания - это ключ к управлению всей работой и токсичностью выхлопа двигателя внутреннего сгорания. Для процесса сгорания требуются три элемента: воздух, топливо, искра зажигания. Эти три элемента иногда упоминаются как «триада сгорания». Если один элемент триады отсутствует, сгорание невозможно. Двигатель внутреннего сгорания рассчитывается на объединение этих трех элементов, поддерживая полный контроль над процессом.

Бензин состоит из углеводородов, которые образуются в результате переработки сырой нефти. Углеводороды состоят из атомов водорода (H) и углерода (C). В бензин добавляются различные химикаты, типа ингибиторов



коррозии, красителей и очищающих средств. Эти химикаты называются присадками. Тепло и давление, присутствующие в двигателе внутреннего сгорания, могут заставить бензин, находящийся в камере сгорания, воспламениться раньше, чем генерируется искра зажигания. Это называется преждевременным воспламенением. Октановое число бензина указывает на то, насколько хорошо он противостоит преждевременному воспламенению. Дополнительная очистка может способствовать увеличению октанового числа.

В двигателе внутреннего сгорания сгорание происходит в течение доли секунды (приблизительно в течение 2 миллисекунд). В этот момент разрушаются связи между атомами водорода и углерода. Разрушение связей приводит к высвобождению энергии в камере сгорания, толканию поршня вниз и инициированию вращения коленчатого вала. После разделения атомов водорода и углерода они соединяются с атомами кислорода, содержащимися в воздухе. Атомы водорода объединяются с кислородом, образуя воду. Атомы углерода объединяются с кислородом, образуя двуокись углерода (углекислый газ). Говоря языком химии, полное сгорание в двигателе внутреннего сгорания выражается реакцией:

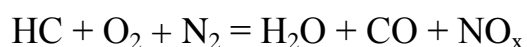


Другими словами: топливо + кислород = вода и двуокись углерода

Абсолютно эффективный двигатель внутреннего сгорания на выпуске имел бы только воду ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ). Это означало бы, что все углеводороды в процессе сгорания разложились. К сожалению, дело обстоит не так. Неэффективное сгорание - это главная причина наличия вредных веществ в выхлопе автомобиля. Эффективное сгорание ведет к наименьшей токсичности выхлопа. Эффективность сгорания увеличивается посредством корректировки соотношения «воздух/топливо».

Поскольку двигатель внутреннего сгорания не имеет абсолютной эффективности, в процессе сгорания генерируются три нежелательных побочных продукта: углеводороды (HC), оксид углерода (II) (CO), оксиды

азота ( $\text{NO}_x$ ). Неполное сгорание вызывает выделение углеводородов и однооксида углерода. Выделения углеводорода - это углеводороды, которые не разрушились в процессе сгорания. Одноокись углерода образуется, потому что не имеется достаточного количества атомов кислорода, чтобы связать углерод. В идеальном случае азот должен проходить камеру сгорания неизменным. Но когда температура в камере сгорания достигает приблизительно  $1\ 371\text{ }^{\circ}\text{C}$ , атомы азота и кислорода связываются, образуя  $\text{NO}_x$ . Химическая запись процесса сгорания, при котором образуются оксиды азота выглядит следующим образом:



**2. Реакции, протекающие в аккумуляторе.** Ток в аккумуляторе создает химическая реакция между электролитом и материалом электродов. В стандартных кислотно-свинцовых батареях отрицательный электрод сделан из пористого свинца, а положительный – из диоксида свинца. Электролит представляет собой раствор серной кислоты. Аккумулятор накапливает и хранит в себе химическую энергию активных материалов и преобразует ее в электрическую. Активными веществами заряженной аккумуляторной батареи являются двуокись свинца  $\text{PbO}_2$ , губчатый свинец  $\text{Pb}$  и электролит – водный раствор серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ).

Чтобы аккумулятор снова получил заряд, на электроды нужно подать напряжение. Так ионы начнут движение в обратном направлении, из-за чего кристаллическая решетка соли свинца начнет разрушаться, а концентрация серной кислоты увеличиваться. Эта химическая реакция выглядит так:  $2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ . Она происходит в процессе зарядки аккумулятора.

В конце заряда аккумулятора плотность электролита перестает меняться т.к. процессы преобразования веществ на электродах заканчиваются. При продолжении заряда происходит интенсивное разложение воды на кислород и водород, что создает эффект кипения

электролита. Неизменность плотности электролита или его кипения служат признаком окончания зарядного процесса.

От состава электролита зависит емкость батареи. Чем выше изначальная концентрация серной кислоты, тем быстрее проходят все процессы в аккумуляторе, а концентрация сульфата на пластинах повышается. Это явление негативно сказывается на работе батареи. При слишком высокой плотности так же ускоряется коррозия пластин, в итоге электрод разрушается и осыпается на дно батареи.

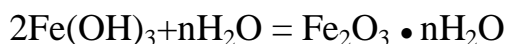
**3. Реакции коррозии кузова и прочих металлических частей.** Кузов автомобиля изготавливается из тонколистовой стали с небольшим содержанием углерода, так как она имеет высокую прочность, пластичность и экономическую эффективность. Основным химический элемент такой стали – железо, Fe. Также в кузове может содержаться алюминий: он, как правило, используется при изготовлении отдельных частей кузова (капот, крышка багажника и т.п.) с целью снижения массы автомобиля. Однако иногда применяется и для изготовления несущих частей, как например, в пространственной раме ASF немецкой фирмы Audi.

Коррозия - это самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. Химическая коррозия – это взаимодействие металлов с коррозионной средой, при котором окисляется металл и восстанавливаются окислительные компоненты коррозионной среды при повышенной или обычной температурах. В основе химической коррозии лежат реакции между металлом и веществами внешней среды, не сопровождающиеся возникновением электрического тока. При окислении меди, цинка, свинца или алюминия на поверхности возникает плотная, трудно разрушаемая пленка оксида, защищающая эти металлы от дальнейшей коррозии:  $Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$ . Поэтому какая-то особая защита алюминиевых деталей автомобиля не требуется.

Коррозия является большой угрозой для стальных частей кузова автомобиля, так как железо в значительной степени подвержено окислительным процессам. Ржавление железа представляет собой ряд реакций, в результате которого на поверхности образуется ржавчина:



Со временем происходит дальнейшее превращение гидроксида железа: появляется гидратируемый оксид железа(III).



Таким образом, бурый налёт ржавчины состоит из гидроксида и оксида железа (III). С появлением ржавчины металлические конструкции теряют прочность и требуют замены.

Защитить детали кузова от коррозии поможет:

- нанесение защитных покрытий (никелирование, хромирование, покраска);
- применение сплавов, стойких к коррозии (нержавеющая сталь);
- защита с помощью протектора (это может быть цинк или магний - то есть более активный металл, чем железо; происходит разрушение протектора, а защищаемый металл сохраняется).

Механизм протекторной защиты: цинк в гальванической паре с железом, как более активный металл, будет являться анодом и в присутствии среды, проводящей электрический ток, будет разрушаться, железо не ржавеет: анод:  $\text{Zn}^0 - 2e = \text{Zn}^{2+}$  катод:  $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2^+ = 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$

**4. Химические реакции в подушке безопасности.** Химические реакции пришли на помощь автомобилистам, когда стало понятно, что ремни безопасности не спасают при лобовом столкновении (ремень задерживает туловище, а голова продолжает движение вперед, что приводит к повреждению шейного отдела позвоночника). И тогда была изобретена подушка безопасности, действие которой также основано на принципе химической реакции [2]. Поскольку счет при аварии идет на доли секунды, никакие механические компрессоры или баллоны со сжатым газом не успеют

надуть мешок за нужное время. Остается лишь одна возможность – взрывное разложение химического соединения с выделением большого объема газа. Такую реакцию дает азид натрия  $\text{NaN}_3$  – соль взрывчатой и очень ядовитой азотистоводородной кислоты. При нагревании до  $300^\circ\text{C}$  он очень быстро разлагается с выделением азота и мелких частиц натрия:  $2\text{NaN}_3 \rightarrow 2\text{Na} + 3\text{N}_2$ .

Из 65 г. азидата натрия получается при обычных условиях около 35 л. азота. Чтобы увеличить выход газа, а также связать реакционноспособный и легковоспламеняющийся натрий, в смесь добавляют нитрат калия, который реагирует со свободным натрием:  $10\text{Na} + 2\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{O} + 5\text{Na}_2\text{O} + \text{N}_2$

А для связывания оксидов натрия и калия в смесь вводят еще один компонент – мелкораздробленный диоксид кремния. В результате образуются негорючие и безопасные силикаты:  $\text{Na}_2\text{O} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{NaSiO}_3$

Работает вся система так. В случае столкновения чувствительные датчики передают сигнал на микропроцессор, он мгновенно оценивает ситуацию. Если скорость автомобиля при ударе превышает заданное значение, микропроцессор включает электрический запал, который запускает реакцию разложения азидата. В результате перед человеком примерно за 0,04 секунды надувается мешок, содержащий примерно 70 литров азота, который спасает ему жизнь даже в таких случаях, которые раньше считались безнадежными.

### **1.5. Химические реакции в военном деле**

Защита Родины на поле боя также не обходится без химических реакций. И она не связана с производством отравляющих веществ (ОВ), как многие думают: в настоящее время Конвенцией о запрещении химического оружия запрещены разработка, производство, накопление и применение химического оружия (Конвенция вступила в силу 29.04.1997; ратифицирована 65 государствами, включая РФ; 189 государств из 193 присоединились). Конечно, пока существуют неприсоединившиеся к

Конвенции государства, разработка антидотов к ОВ – это тоже работа на защиту людей. Но, говоря о химических реакциях в помощь защитников Родины, я бы не стал упоминать химическое оружие.

Военные химические производства применяют химические реакции при изготовлении взрывчатых веществ, необходимых для разнообразных артиллерийских снарядов, мин, фугасов, торпед и т.д. Но, поскольку большинство этих технологий либо составляют военную тайну, либо информация о них запрещена к распространению (Федеральный Закон от 28.06.2021 г. №232: административная ответственность за распространение сведений по изготовлению взрывчатых веществ) – об этих реакциях также упоминать не будем.

Химические реакции дают горючее самолетам и боевым машинам; и, если сначала это были продукты перегонки природной нефти, то в настоящее время именно синтетическое горючее дает современным ракетам боевую мощь и способность в считанные минуты преодолевать огромные расстояния до цели. Большую помощь также оказывают реакции, с помощью которых создаются полимеры с заданными свойствами. Такие вещества помогают в короткие сроки возводить полевые и защитные сооружения, строить взлетно-посадочные полосы, создавать элементы брони.

А подробнее хотелось бы рассказать о химической реакции, которая защищает военнослужащих на поле боя от прямой видимости противника – дымовой завесе. Маскировка расположения воинских частей, сокрытие их действий от наблюдения неприятеля за дымовой завесой относится к числу химических достижений военного дела. Только это не дым костров и вообще не настоящий дым, образующийся при горении. На помощь сражающимся пришла химия [3].

Для создания дымовой завесы используется хлорное олово. Оно соединяется с парами воды, всегда присутствующими в воздухе, и дает тончайшую белую пыль. Выливая хлорное олово на землю, войска за образующейся густой белой завесой скрывались от врага.

Искусственно созданные дымовые завесы помогли сохранить жизни тысяч советских бойцов. Прикрытие переправ через Волгу у Сталинграда и при форсировании Днепра, задымление Кронштадта и Севастополя, широкое применение дымовых завес в берлинской операции - это еще не полный перечень использования их в годы Великой Отечественной войны. Помогают дымовые завесы нашим воинам и сегодня.

### **1.6. Химические реакции в криминалистике**

Химия и криминалистика стали неразрывно связаны с 1836 года, когда шотландский химик Джеймс Марш объявил об открытии одноименной пробы Марша, - первом надежном судебном тесте на мышьяк и сурьму [4]. Потенциальные убийцы в то время считали мышьяк идеальным ядом, потому что его соединения были смертельны в малых дозах, легкорастворимы, не имели запаха и вкуса, и обнаружить их было невозможно. Поскольку симптомы отравления мышьяком очень похожи на симптомы гастроэнтерита, то считалось, что несчетное количество жертв убийств умерли по естественным причинам. Но даже если подозревали, что имело место убийство с помощью мышьяка, не было простого способа это доказать. Марш разработал свой тест, увидев, как очередной преступник был отпущен на свободу. В 1832 году Марш давал показания в качестве экспертного свидетеля в суде над Джоном Бодлем, которого обвиняли в убийстве деда, которое тот совершил, подсыпав мышьяк родственнику в кофе. Марш использовал стандартный по тем временам тест на мышьяк, смешав образец подозрительного материала с хлористоводородной кислотой и сульфидом водорода, чтобы мышьяк выпал в осадок в виде нерастворимого трисульфида мышьяка. К сожалению, к тому времени, когда Марш давал показания в суде, опытный образец испортился, и присяжных не убедили научные доказательства Марша (эта проблема сохранялась в течение многих лет, и до конца XIX века многие присяжные и даже судьи не предавали большого

значения показаниям судебно-медицинских экспертов). Бодль был оправдан, и Марш своими глазами увидел, как виновный вышел на свободу. Преисполненный решимости положить этому конец, в течение следующих нескольких лет большую часть своего свободного времени Марш посвятил разработке надежного теста на мышьяк. Наконец, разработанная Маршем проба стала революционной и до сих пор используется в криминалистических лабораториях там, где нет возможности применить массовые спектрометры и другое дорогостоящее оборудование.

Современные криминалистические лаборатории теперь по большей части используют инструментальный анализ, а не «мокрую химию», которая использовалась ранее, но она все равно остается важным методом, особенно для полевых тестов.



## ГЛАВА II. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Моделирование ситуации, взятой из криминальной хроники

Я люблю детективы – книги и фильмы. Поэтому, рассматривая роль химических реакций на службе у человека, я хотел бы показать роль химической реакции в криминальной химии, и это будет тест, который изобрел Шерлок Холмс, а доработали ученые-криминалисты: тест Кастл-Мейера. Он описан в иллюстрированной энциклопедии «Химические эксперименты» [4].

Известно, что довольно часто в основе детективного произведения лежит реальная криминальная ситуация, которую писатель моделирует и развивает в тексте романа. Предположим, что писатель взял для детектива сюжет, описанный в интернет-газете «Кривое зеркало», в статье от 15 мая 2019 года [5]: «В Красноармейском районе трое пьяных парней украли и разделали восьмимесячное животное. Об этом интернет-газете «Кривое зеркало» сообщили в пресс-службе УМВД по городу Волгограду. В отдел полиции Красноармейского района обратилась женщина с заявлением о том, что сарай возле её частного дома взломали и похитили из него восьмимесячную свинью. Сотрудникам полиции удалось по горячим следам быстро поймать похитителей. Ими оказались трое пьяных молодых парней в возрасте 19, 21 и 22 лет. В содеянном они сознались и даже рассказали, как обошлись с животным. Сначала они забили свинью, а затем разделали её на части. Дальше они собирались поделить окровавленные части животного поровну, а что останется, продать. Теперь за «кровавую кражу» на молодых людей возбуждено уголовное дело. Каждому парню грозит до 5 лет лишения свободы». Из сухих строк протокола писатель обязательно опишет подробности задержания и выявления преступников. Моделируем ситуацию.

Задержали не троих, а четверых подозреваемых, сделали анализ красных пятен на одежде задержанных. При этом все четверо утверждали,

что это не кровь, а томатная паста. Чтобы выявить причастность, необходимо провести тест Кастл-Мейера.

## **2.2. Применение теста Шерлока Холмса для обнаружения крови**

До начала XX века у судебно-медицинских экспертов не было достоверных тестов на кровь. Многие вероятные убийцы избежали правосудия, потому что их адвокаты утверждали, что то, что кажется пятнами крови, может быть ржавчиной или даже красной краской. В 1901 году доктор Джозеф Х. Кастл из Университета Кентукки представил простой, дешевый и надежный предварительный тест на кровь [4]. Этот тест с изменениями, предложенными другим ученым-криминалистом, стал известен как тест Кастл-Мейера, и он по-прежнему используется.

В детективе Артура Конан Дойля [6] так описано применение этого теста: «В пылу нетерпения он схватил меня за рукав и потащил к своему столу. — Возьмем немножко свежей крови, — сказал он и, уколов длинной иглой свой палец, вытянул пипеткой капельку крови. — Теперь я растворю эту каплю в литре воды. Глядите, вода кажется совершенно чистой. Соотношение количества крови к воде не больше, чем один к миллиону. И все-таки, ручаюсь вам, что мы получим характерную реакцию. — Он бросил в стеклянную банку несколько белых кристалликов и накапал туда какой-то бесцветной жидкости. Содержимое банки мгновенно окрасилось в мутно-багровый цвет, а на дне появился коричневый осадок. Артур Конан Дойл. «Этюд в багровых тонах» (пер. Н. Трениной).

Хотя это описание не совсем соответствует тому эксперименту, который я буду проводить, истинным его изобретателем был Шерлок Холмс. Тест Шерлока Холмса, обычно называемый тестом Кастл-Мейера, является предварительным тестом на кровь или, точнее, на гемоглобин, присутствующий в крови. Этот тест действует быстро, а стоит недорого - для него требуется только образец и растворы этанола, перекиси водорода и

фенолфталеина. Кроме того, тест неразрушающий, поэтому образец может быть сохранен для последующей экспертизы. Этанол выполняет функцию растворителя, но не участвует в реакции. Фермент пероксидазы, присутствующий в компоненте гемоглобина крови человека или животного, катализирует реакцию, в ходе которой бесцветные молекулы фенолфталеина превращаются в розовые ионы. Фермент пероксидазы в гемоглобине является чрезвычайно эффективным катализатором. Одна молекула пероксидазы может катализировать конверсию сотен тысяч пероксидных молекул в секунду, поэтому наличие даже небольшого количества крови дает отчетливое изменение цвета фенолфталеина. В дополнение к высокой чувствительности этот тест обладает высокой точностью.

### 2.3. Проведение эксперимента (тест Кастл-Мейера)

Таблица 1.

#### Оборудование и материалы


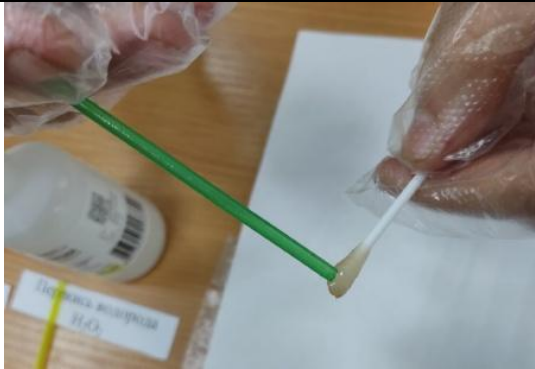
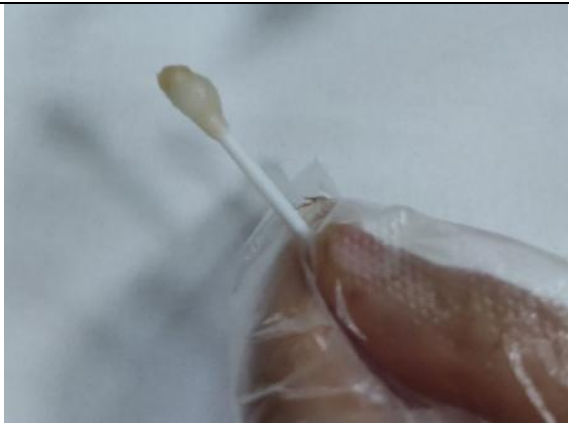
	<p>Ватные палочки для сбора проб. Дистиллированная вода. Образец высушенной крови (свиная кровь). Образец других материалов, которые выглядят как пятна крови (томатная паста). Перчатки. Пипетки. Индикатор фенолфталеин. Раствор перекиси водорода, 3%-ный. Этанол, 70%-ный (реактивы - по несколько капель на тест).</p>
---	---

Химикаты, используемые в этом эксперименте, являются достаточно безопасными, однако, поскольку этанол и фенолфталеин относятся к легковоспламеняющимся веществам, а перекись водорода окислителем и раздражающим кожу веществом, работаем в перчатках.

Ход работы (таблица 2).

Таблица 2.

### Ход работы (эксперимента)

	<p>1. Смачиваем ватную палочку дистиллированной водой, прикасаемся к исследуемому образцу так, чтобы на ватной палочке оказалось небольшое количество образца.</p>
	<p>2. Капаем на образец (на ватной палочке) одну-две капли этанола. Этанол не участвует в реакции, а просто служит для очистки образца и выявления гемоглобина, содержащегося в нем.</p>
	<p>3. Даем этанолу сработать (несколько секунд), затем капаем на образец 1-2 капли раствора фенолфталеина (образец должен оставаться неокрашенным; если он станет розовым, то фенолфталеин испортился и нужно повторить тест, используя свежий индикатор).</p>

	<p>4. Через несколько секунд капаем на образец одну-две капли перекиси водорода. Если в образце присутствует кровь – он сразу же становится ярко-розовым. Если не происходит изменения цвета – крови в образце нет.</p> <p>В образце №1 обнаружено присутствие крови</p>
	<p>Повторяем опыт с другими образцами.</p>
	<p>На фото хорошо видна разница по образцам, где кровь обнаружена (№2) и где она не обнаружена (№3)</p>
	<p>Результат по четырём образцам:</p> <p>№№1,2,4 – окрашены, кровь обнаружена; №3 – кровь не обнаружена</p>

Важно то, что на присутствие крови указывает только мгновенное изменение цвета! Ждать в этом эксперименте не следует, так как даже в отсутствие крови, примерно через 50 секунд проявится розовый цвет:

перекись водорода постепенно превращает бесцветные молекулы фенолфталеина в розовые ионы.

Я провел данный эксперимент с четырьмя образцами одежды, взятой у «подозреваемых». В результате на образцах №1, №2 и №4 была обнаружена кровь, а на образце №3 – крови не обнаружено (Приложение 1).

#### **2.4. Решение смоделированной ситуации**

По смоделированной в пункте 2.1. ситуации в ходе проведения эксперимента мы выяснили, что на одежде троих подозреваемых (№№1,2,4) есть кровь, а на одежде четвертого (№3) – действительно, видимо, томатная паста (крови по тесту не выявлено). Таким образом, подозреваемый №3 сказал правду и может быть признан невиновным, а подозреваемые №№1,2,4 говорили неправду. Если они скрыли наличие крови, это, по-видимому, была кровь украденной и разделанной ими в спешке свиньи. Поэтому эти трое подозреваемых поступают к следователю для проведения дальнейших следственных действий. Возвращаясь к статье в интернет-газете, мы знаем, что подозреваемые сознались в содеянном и подтвердили свою «кровавую кражу». А химическая реакция (тест Кастл-Мейера) помогла нам выявить преступников и отпустить невиновного.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы цель проекта была достигнута: важность химических реакций в жизни и профессиональной деятельности человека выявлена. Все поставленные задачи были решены. Гипотеза подтвердилась: знание о химических реакциях, встречающихся человеку, может оказать ему помощь во многих сферах жизни и даже спасти жизнь и здоровье.

Конечно, для того, чтобы применять химические вещества, нужно знать о них: как они применяются, какими свойствами обладают, какие правила техники безопасности нужно соблюдать.

Эксперимент, который я проводил в процессе работы над проектом, помог мне понять, что химия – это не «кабинетная» наука, химия пронизывает всю нашу жизнь, профессиональную деятельность и даже увлечения.

Роль химических реакций в современном мире неоспорима, химия заняла важное место в системе знаний человечества, накопленных в течение тысячелетий. Ее активное развитие в 20 веке несколько пугает и заставляет людей задуматься о конечной цели применения своих знаний. Но без знания человечество – только отдельная группа индивидуумов, обладающая не самыми лучшими характеристиками.

## СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Габриелян О.С. Химия для профессий и специальностей технического профиля : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / О.С.Габриелян, И.Г.Остроумов. — 4-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2017. — 272 с.
2. Леенсон И. Занимательная химия для детей и взрослых/М.: Издательство АСТ, 2013. — 500 с.
3. Рюмин В. Занимательная химия/М.: Центрполиграф, 2012.—210 с.
4. Томпсон Р.Б. Иллюстрированная энциклопедия: химические эксперименты/пер.с англ. М.А. Райтмана. — М.: ДМК Пресс, 2019. — 504с.
5. За кражу свиньи три волгоградца отправятся в колонию [Электронный ресурс]//Кривое зеркало. Интернет-газета о жизни. — 2019. — форма доступа: <https://krivoe-zerkalo.ru/content/za-krazhu-svini-tri-volgogradtsa-otpravyatsya-v-koloniyu.html> (дата обращения 25.03.2023).
6. Дойл Артур Конан. Этюд в багровых тонах. С.2 [Электронный ресурс]// ЛитМир – Электронная Библиотека. — форма доступа: <https://www.litmir.me/br/?b=190472&p=2> (дата обращения 25.03.2023).



## ПРИЛОЖЕНИЕ



Приложение 1. Проведен эксперимент, тест Кастл-Мейера.