

# Задачи V Московского Химического Турнира

## Задача 1. For Your Eyes Only.



Сэр Дерек Бартон во время Второй Мировой Войны занимался разработкой невидимых чернил, которые можно было бы наносить на человеческую кожу. Предложите состав и способы нанесения/чтения таких чернил, удовлетворяющих следующим условиям.

1) Биосовместимость – чернила должны наносить минимальный вред здоровью носителя, включая процессы нанесения и считывания надписи.

2) Стойкость – чернила должны продержаться на человеке несколько дней и не смываться при этом водой.

3) Время жизни – чернила должны за разумный срок разлагаться сами, или же должна быть возможность удалить их с кожи человека по истечению заданного срока.

## Задача 2. Спасти человечество.

Очень может быть, что вы слышали имя мистера Пристли – человека, открывшего кислород, углекислый газ, аммиак, HCl, NO и ряд других газов. Но кроме этого, он также и первый человек, который открыл важнейший биологический процесс,

связывающий кислород и углекислый газ – фотосинтез. К нему способны все растения, и всё же уровень CO<sub>2</sub> в воздухе непрерывно растёт.

Придумайте способ превращения CO<sub>2</sub> в кислород и любое не вредное (не вызывающее парниковый эффект) соединение углерода за счёт обратимых



источников энергии: солнечный свет, ветер, молнии и так далее. Способ должен быть экологичный, обратимый, масштабируемый и как можно более дешёвый.

### Задача 3. «Это же элементарно!»



«– Нашел! Нашел! – ликующе крикнул он, бросившись к нам с пробиркой в руках. – Я нашёл наконец реактив, который осаждается только гемоглобином и ничем другим! – Если бы он нашел золотые россыпи, и то, наверное, его лицо не сияло бы таким восторгом.»

сияло бы таким восторгом.»

Речь идёт о величайшем криминалисте всех времён и народов – Шерлоке Холмсе. Вы прочитали небольшой кусочек из рассказа «Этюд в багровых тонах». В нём описывается момент, когда Шерлок находит новый реактив для своей работы, но сможете ли найти его и Вы?

1. Предложите варианты реактивов, которые действовали бы в соответствии с описанием.

Но определить кровь - задача довольно простая. Давайте отправимся дальше мистера Холмса и придумаем реактив, который мог бы детектировать следы пороха.

2. Предложите вещество или многостадийную реакцию, которые бы предоставляли возможность получить ответ на вопрос – присутствуют ли в образце пыли или песка следы пороха.

P.S. Каким порохом пользовались в Англии в конце XIX века, узнайте сами.



#### Задача 4. Сладкий пластик.

Ученые из Имперского колледжа Лондона создали из сахара пластик для упаковки пищевых продуктов. Исследователи сумели трансформировать глюкозу, содержащуюся в быстрорастущих деревьях и травах, в полимеры, которые используются для изготовления пластика. Процесс производства нового материала гораздо менее энергозатратен, чем все существующие методы изготовления пластика, так что перспективы у разработки очень многообещающие.

По словам изобретателей, коммерческое использование технологии может начаться уже в ближайшие пять лет. В настоящее время на производство обычного пластика уходит 7% мировых запасов нефти и газа. 99% из 150 млн тонн ежегодно выпускаемого пластика изготавливается из ископаемого топлива.

1. Приведите примерный синтез какой-либо пластмассы из глюкозы. Учтите, что предложенный процесс должен быть как можно более дешёвым.

2. Можно ли сделать пластик из сахара в домашних условиях? Если можно, то приведите примерный рецепт его изготовления. Если нет – дайте мотивированный ответ, почему это невозможно.

#### Задача 5. И снова футбольный мяч.

Слово «футбол» пришло из английского языка, и, возможно не только лишь случайность, что именно англичанин Гарольд Крото в 1985 году впервые получил фуллерен

$C_{60}$  – каркасную молекулу, напоминающую мяч. За это спустя 11 лет он получил Нобелевскую премию. Сейчас фуллерен  $C_{60}$  – лишь один пример большого класса кластерных соединений углерода.



1. С чем связана возможность формирования подобных структур именно углеродом?

2. Какие ещё элементы могли бы формировать каркасные молекулы? Сравните их по химическим свойствам – устойчивость к температуре, кислороду, агрессивным средам и так далее. Рассмотрите как реально существующие примеры, так и гипотетические.

3. Для гипотетических каркасных молекул составьте «ряд устойчивости», показывающий, насколько легко для них протекали бы реакции, связанные с размыканием каркаса.

### Задача 6. Ну очень сильный анестетик.



На гравюре изображен британский доктор сэр Джеймс Симпсон (1811-1870), предложивший анестетическое использование эфира и хлороформа. В качестве эксперимента он с двумя друзьями выпил хлороформ, после чего все они потеряли сознание. Если бы прислуга не увидела произошедшее и не проветрила помещение, джентльмены могли бы не выжить.

Но что, если бы подобное произошло на подводной лодке или космическом корабле? В таком случае проветривание было бы невозможно. Предложите методы очистки воздуха от паров хлороформа в закрытом помещении. Предложите также возможные реакции метаболизации хлороформа в организме для его выведения.



### Задача 7. Круговорот топлива.

Не так давно учёные из Северного Уэльса создали технологию, при помощи которой из выхлопных газов автомобилей можно получать топливо – биодизель. Проникший в Соединённое Королевство шпион попытался выяснить эту технологию.

Согласно его рассказу, она состоит из некоего ящика, который может улавливать и накапливать в себе закись азота, углекислый газ и другие вредные вещества, содержащиеся в выхлопных газах. Такой ящик можно устанавливать взамен глушителя, и при каждой заправке машины его необходимо менять на новый.

После этого отработанные газы, собранные в ящике, предлагается отправлять на специальные фабрики, где они переработают содержимое в биодизель. За счёт этого становится возможным снизить количество вредных веществ в выхлопных газах автомобилей на 85-95%.

Предложите принцип действия ящика, а также того, как именно происходит переработка его содержимого в биодизель.

### Задача 8. Химия 18 группы.

Впервые соединения благородных газов были синтезированы английским химиком Нилом Барлеттом в 1962 году. Сейчас эта тема в курсе средней школы не поднимается или почти не поднимается, и даже на всероссийских олимпиадах имеет один из наивысших уровней сложности.

Представьте, однако, что перед нами стоит задача разработать для средней школы серию демонстрационных



опытов по соединениям благородных газов. Какие реакции вы бы проводили, стремясь наиболее полно раскрыть эту тему? Какие правила техники безопасности было бы необходимо соблюдать?



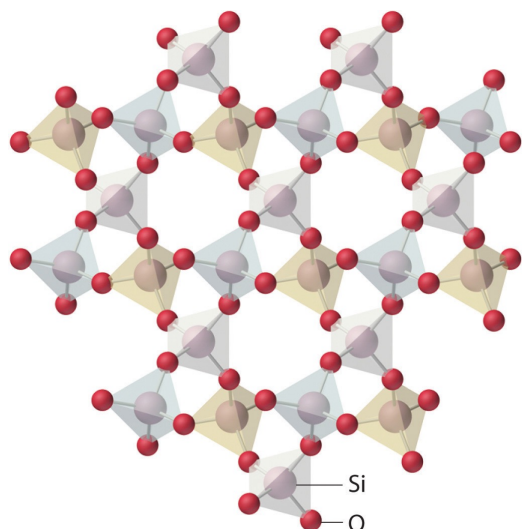
### Задача 9. Сильмариллы.

Общеизвестно, что британский филолог Дж. Р. Р. Толкин, преподававший англосаксонскую лингвистику в одном из колледжей Оксфорда, также является и автором выдающейся серии книг в жанре фэнтези. Одна из этих книг, "Сильмариллион" посвящена созданию вымышленного мира Средиземья и появлению в нем особых артефактов, Сильмариллов. Лучше всего их описывает сама книга:

*“Формой они походили на три больших драгоценных камня. Но пока не придет срок возвращения Феанора, того, кто погиб еще до сотворения солнца, а сейчас ожидает в залах Мандоса и не приходит больше к своим родичам; пока не исчезнет Солнце и не разрушится Луна — до тех пор не станет известно, из чего были созданы Сильмариллы. Они напоминали кристаллы алмаза, но были твёрже адаманта, и в Арде не было силы, которая могла бы испортить или уничтожить их. И эти кристаллы, подобные телу детей Илуватара, служили лишь оболочкой внутреннего огня. Тот огонь — внутри их и в каждой их частице, и он — их жизнь. Феанор создал его из смешанного света Дерев Валинора. И этот свет еще живет в Сильмариллах, хотя сами деревья давно засохли и не сияют больше. Поэтому во мраке самой глубокой сокровищницы Сильмариллы горят собственным огнём.”*

Предположите, что из себя могли представлять эти камни и каким образом испускать подобное свечение? Каким образом можно удержать предложенный вами "сильмарилл" в руках, какие меры безопасности следует предпринимать, какими из них пренебрег Моргот?

### Задача 10. Углекислое стекло.



Наверняка многим из вас известно, что основой большинства используемых в настоящее время стекол является диоксид кремния, который образует аморфную сетку из тетраэдров  $[\text{SiO}_4]$ . Его "старшие братья" по группе, германий и олово, также склонны к стеклообразованию. Однако, диоксид углерода является газообразным, что делает довольно затруднительным получения аналогичных стекол на его основе. наших британских коллег этот факт не остановил, и в 2006 году они представили научному сообществу сообщение о получении стекла на основе  $\text{CO}_2$ . Правда, такое стекло было получено только при давлении около 50 ГПа. Предположите, в каких сферах целесообразно использование такого стекла, а также обсудите условия существования "углекислого стекла" при нормальных условиях.

### Задача 11. Всё о сэндвичах.

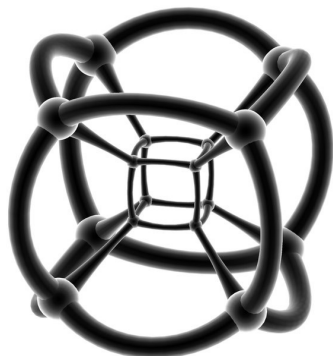
В 1952 году английский химик Джоффри Уилкинсон в соавторстве с Р. Вудвордом et al. опубликовал статью, в которой основываясь на реакционной способности установил структуру ферроцена - первого из так называемых "сэндвичевых соединений", синтезированных человеком. Сэндвичевые и полусэндвичевые соединения представляют собой комплексы металлов с одним, двумя, а



иногда и большим количеством ароматических лигандов. При этом считают, что центральный атом связан со всеми атомами ароматического кольца.

Какие требования предъявляются к лиганду? Каковы минимальные и максимальные размеры циклов допустимы в подобных комплексах и как это зависит от центрального атома металла?

### Задача 12. Четырехмерный углеводород.



Одним из огромных достижений химии XX века был синтез каркасных углеводородов. Какие уже только геометрические фигуры не были синтезированы, среди них призманы, твистаны, адамантан, а также все платоновы тела. В 1964 Филиппом Итоном был синтезирован кубан. Но и британские математики не дремлют. Они придумали структуру для описания  $n$ -мерных фигур. Один из них - тессеракт (четырёхмерный куб).

Обсудите возможность существования и придумайте синтез такого тессерактана, у которого могут быть атомы как в вершинах, так и на ребре, а также обладающий свойством вращения внутри себя. Какими химическими и физическими свойствами он будет обладать? Возможно ли для этой молекулы вращение вокруг себя, [как для проекции четырехмерного куба](#)? В какой конформации он, на ваш взгляд, будет более стабильный?

### Задача 13. Tea at 5 o'clock.

Одним из самых распространенных объектов исследований британских ученых является чай - публикуются статьи, посвященные способам заваривания чая, идеальным пропорциям молока и заварки, влиянию количества сахара на вкус. Есть исследования даже о некоторых психологических





аспектах употребления чая – например, о том, почему люди предпочитают выбирать одну и ту же "любимую" чашку раз за разом.

Попробуйте и вы встать на место британцев и проведите свое собственное исследование. Оцените, как зависит скорость заваривания чая и его цвет от показателя кислотности (pH) и жесткости воды, в которой происходит заваривание. В качестве объектов эксперимента можно взять кроме черного чая и другие сорта, например, зеленый или каркаде. Попробуйте объяснить результаты эксперимента.



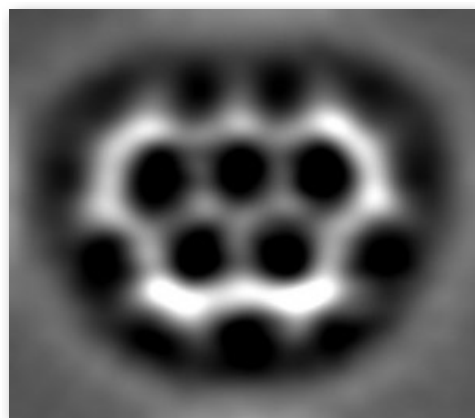
#### Задача 14. Самый белый.

В июле этого года британские ученые продемонстрировали миру Vantablack – самый черный из существующих материалов. Это упорядоченный массив вертикально расположенных углеродных нанотрубок, поглощающий 99,965% падающего на него излучения и обладающий довольно любопытными свойствами.

Предположите, а как может быть устроен *самый белый* материал? Как его синтезировать? Важно учитывать, что белые материалы обладают диффузным, а не зеркальным рассеянием света.

#### Задача 15. Химия и спорт.

В 2012 году, в преддверии летних Олимпийских игр, британские химики синтезировали "олимпицен" - ароматический углеводород, напоминающий собой олимпийские кольца. По их собственным словам, никакого практического применения данное соединение не имеет, кроме



популяризации химии на волне интереса к олимпиаде.

Если продолжить тему спорта, то одной из самых популярных игр в Англии является футбол, а главная организация в мире футбола - это FIFA.



**FIFA**<sup>®</sup>

*For the Good of the Game*

Предложите структуру соединения, которое напоминало бы собой логотип этой организации, а также метод его синтеза.