



Задачи заключительного этапа

IV Межрегионального химического турнира

Задача 1. Негатив



— *Стакан наполовину пуст.*
— *Ты слишком негативно мыслишь!*

Люди уже давно умеют инвертировать изображение — без этого невозможно представить плёночную фотографию. Однако фотография и негативная плёнка — разные предметы.

Предложите химический способ инвертировать некоторые цвета на картине — таким образом, чтобы новые цвета появлялись на том же самом холсте. Составы красок, а также методику изменения их цвета подберите самостоятельно. Рассмотрите не менее 5 цветов из следующего списка: семь цветов радуги, белый, чёрный, коричневый.

Задача 2. Спящий Амур

— *Это все от таланта зависит. Вот у меня есть друг, тоже ученый. У него три класса образования, а он за полчаса десятку так нарисует – от настоящей не отличишь.*
(«Джентльмены удачи»)

Микеланджело Буонарроти был талантлив практически во всех видах искусства – скульптура, живопись, поэзия, архитектура и т.д. Но гений Микеланджело не заканчивался на этом. Считается, что он изваял статую «Спящий Амур», причём сделал это так, что она была признана подлинно античной и продана кардиналу Рафаэлю Риарио за очень приличную по тем временам сумму.



Допустим, что вы оказались в конце XV века, и именно вам нужно установить подлинность этой статуи — химическим путём. Каким образом вы бы это сделали? Упростилась бы задача в наше время, и если да, то насколько?



Задача 3. Химическая музыка



*А вы ноктюрн сыграть могли бы
на флейте водосточных труб? (В.В.
Маяковский, «А вы могли бы?»)*

Некоторые реакции идут с выделением звука. Он может быть громким или тихим, высоким или низким. А может и просто отсутствовать.

Подберите несколько реакций таким образом, чтобы при их совместном или последовательном проведении получалась мелодия (возможно, простая). При последовательном проведении этих реакций оцените интервалы времени, через которые их нужно запускать.

Задача 4. Вдоль по радуге

*Каждый охотник желает
знать, где сидит фазан.*

Радуга издавна вдохновляла людей на создание шедевров — писателей, художников, музыкантов. Чем химики хуже?

Предложите последовательность реакций, которая меняет цвет реакционной смеси в колбе в порядке цветов радуги, если все реагенты неорганические, а убирать из колбы ничего нельзя.



Задача 5. Не сжигайте шедевр



*— Простите, не поверю, — ответил Воланд, —
этого быть не может. Рукописи не горят.
(М. Булгаков, «Мастер и Маргарита»)*

Как известно, булгаковский Мастер сжёг свою рукопись. Впоследствии она была чудесным образом ему возвращена. Это отличает его от Николая Гоголя, чей второй том «Мёртвых душ» ныне утерян безвозвратно.

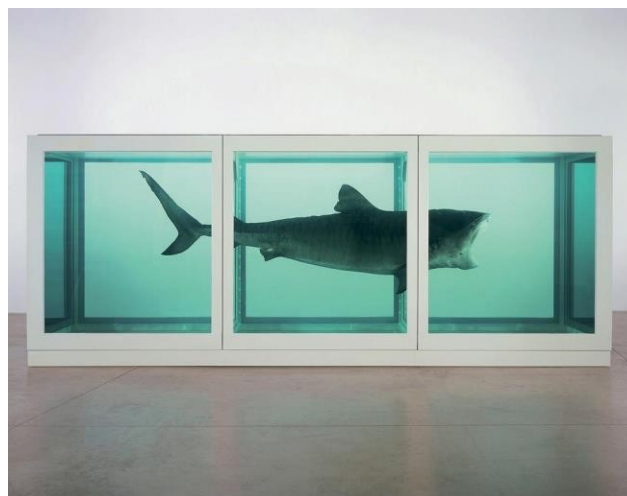
Помогите Николаю Васильевичу! Предложите состав огнеупорной бумаги, которая при нагревостановилась бы похожа на сгоревшую, меняя свой цвет на тёмный — а при охлаждении возвращалась к исходному состоянию, сохраняя написанный текст. За счёт каких химических процессов это будет происходить?



Задача 6. Современное искусство

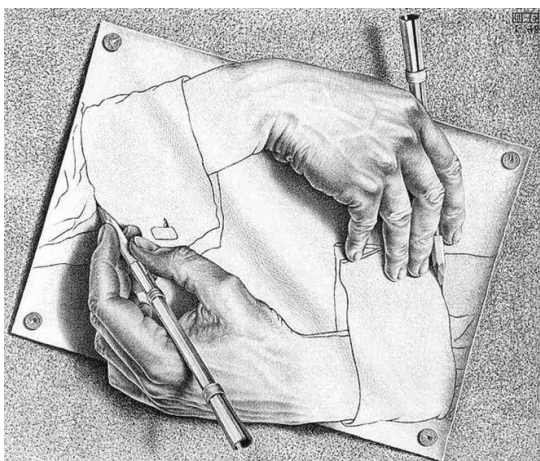
Мыслью — следовательно, существую.
(Р. Декарт)

В 1991 году Дэмиен Хёрст создал арт-объект «Физическая невозможность смерти в сознании живущего». Он представлял из себя настоящую тигровую акулу длиной 5 метров, погружённую в формалин. В 2004 году произведение было продано за сумму, предположительно, от 8 до 12 миллионов долларов, но уже в 2006 году рыба начала разлагаться. После этого акулу заменили, а Хёрст заявил, что инцидент произошёл из-за нарушения правил ухода за объектом.



О каких правилах могла идти речь? За счёт каких химических процессов инсталляция могла испортиться? Могло ли что-то измениться, если бы автор взял рыбу, относящуюся к другому виду?

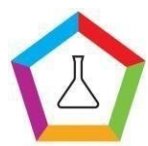
Задача 7. Рука руку моет



*Хотя я абсолютно несведущ в точных науках,
мне иногда кажется, что я ближе к математикам,
чем к моим коллегам-художникам.*
(М.К. Эшер)

У голландского художника Маурица Корнелиса Эшера есть литография «Рисующие руки». На ней изображены две кисти рук, рисующие друг друга. Эшер не был химиком, однако его творение вдохновило нас на химическую задачу.

Известно, что протекание одной реакции может ускорять другую. К примеру, оставленная на воздухе щёлочь будет быстрее превращаться в карбонат, если рядом начать жечь дрова. Предложите возможный механизм двух реакций, которые, протекая, ускоряли бы друг друга (то есть в одно и то же время первая реакция ускоряет вторую, а вторая — первую). Хотя бы одно ускорение должно быть каталитическим. Максимально подробно опишите вещества, которые могут участвовать в реакциях с таким механизмом (органические они или неорганические, к какому классу принадлежат или не принадлежат и так далее).

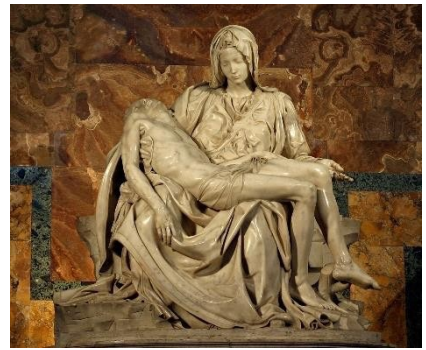


Задача 8. Отсечь всё лишнее

*Я беру глыбу мрамора и отсекаю от нее все лишнее.
(М. Буонаротти)*

Поставьте себя на место скульптора-химика.

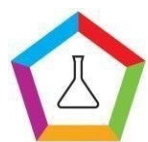
Предложите методику, которая бы позволяла из листа графена получить коронен. При этом в ходе синтеза ни на какой препаративной стадии молярная масса продукта не должна увеличиваться.



Задача 9. Кристаллография времен Ренессанса

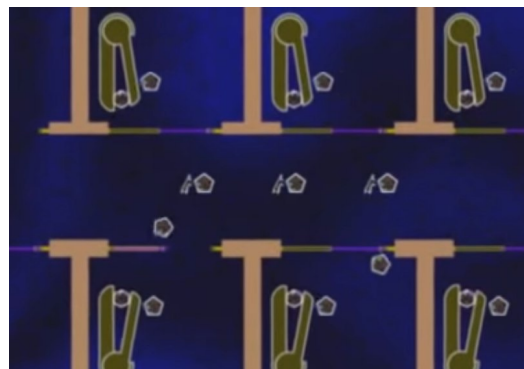
Одной из наиболее таинственных работ великого немецкого живописца и графика Альбрехта Дюрера признаётся вырезанная им на меди в 1514 году гравюра «Меланхолия». Она пронизана символами и аллегориями и необычайно сложна композиционно и идейно. Отдельного внимания заслуживает расположенный у подножия лестницы массивный многогранник. Учёные до сих пор спорят о его форме: усечённый куб, усечённый ромбоэдр, и так далее.

Давайте представим, что многогранник Дюрера - это огромный необработанный монокристалл. Предположите, какой же он всё-таки формы, из чего может быть сделан и каково его кристаллическое строение. Можно ли встретить такой кристалл в природе? Существуют ли способы и методы вырастить его искусственно? Для пропорций примите размеры крылатого Гения равным среднестатистическому человеку.



Задача 10. Химия во Флатландии

В 1884 году был опубликован научно-фантастический роман «Флатландия», события которого происходят в двумерном мире, а главным героем выступает обыкновенный квадрат. Мы можем искусственно создать такой плоский мир с помощью двух плоских листов — графена или α -модификации нитрида бора, сближенных на расстояние около 0,5 нанометров.



Предположим, что мы можем помещать во Флатландию молекулы органических веществ, геометрия которых позволяет им поместиться между листами. Какие реакции с органическими и неорганическими реагентами могут протекать во Флатландии, а какие, наоборот, окажутся невозможными?



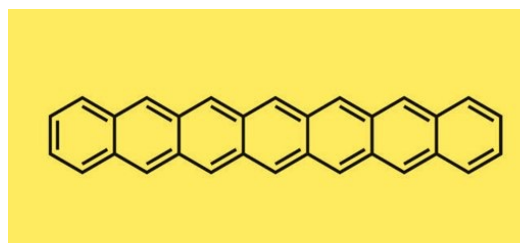
Задача 11. Тату-индикатор

Некоторые племена используют татуировки для общения или идентификации друг друга. В современном мире есть необходимость быстро обнаруживать «невидимые угрозы» — например, радиацию или газы, не имеющие запаха, но при этом ядовитые или взрывоопасные.

Предложите вещества, которые могут быть использованы для создания татуировок, реагирующих на опасные газы и радиоактивное излучение (не менее одного примера на каждый пункт). Опишите, какие изменения (и за счёт каких процессов) при этом будут происходить с изображениями.

Задача 12. Молекулярная гусеница

Полиацены — класс органических соединений, состоящих из конденсированных в линию бензольных колец. С повышением числа бензольных фрагментов в полиацене изменяются его свойства. Так, пентацен благодаря своим свойствам, используется в качестве превосходного p-полупроводника. В 2017 году группа исследователей получили гептацен — полиацен с максимальным количеством конденсированных колец из ныне выделенных.



Оцените, насколько сильно можно закрутить ацен данной длины без разрыва связей при температуре 300 Кельвин. Предложите метод наращивания конденсированных колец, благодаря которому можно синтезировать полиацен любой длины.



Задача 13. Кулинарная химия

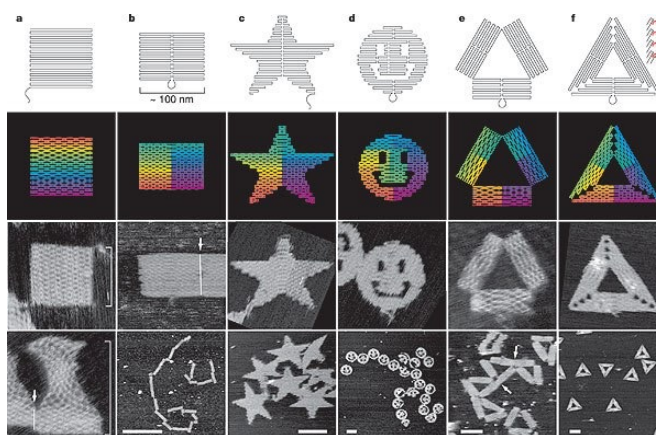
Как и многие другие виды искусства, кулинарное искусство доступно не каждому. Даже для того, чтобы добавить к блюду нужное количество специй, необходимо должное умение и опыт.

Помогите начинающим кулинарам: предложите пищевую добавку, которая меняла бы свой цвет в тот момент, когда в блюдо добавлена соль до оптимальной (на ваш вкус) концентрации. В качестве

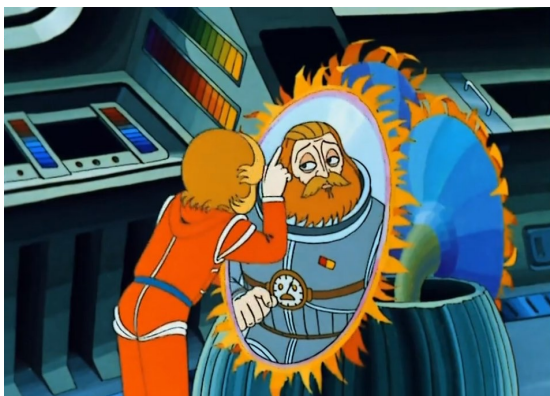
альтернативы вы можете предложить добавку, которая путем изменения цвета показывала бы степень остроты блюда.

Задача 14. ДНК-оригами

Самосборка молекул — сложный самопроизвольный процесс, приводящий к необычным и порой совершенно неожиданным результатам. Один из любопытных примеров самосборки — ДНК-оригами, названное так в честь древнего искусства складывания объектов из бумаги. Благодаря комплементарности азотистых оснований можно сложить из длинной одноцепочечной ДНК плоский лист, звездочку, смайлик или даже объемную коробочку.



Однако ДНК — сложная в обращении молекула, денатурирующая при нагревании. Предложите более простой сополимер, на базе которого также можно создавать молекулярное оригами — за счет комплементарности отдельных звеньев. Приведите в деталях пример какого-либо конкретного оригами, которое можно построить на базе вашего полимера.



Задача 15. Ботаника третьей планеты

В одной из сцен мультфильма «Тайна третьей планеты» герои попадают на планету, на которой живут необычные растения, способные фиксировать происходящие вокруг них события. По ходу жизненного цикла эти растения наращивают слои пленки, на которых запечатляются «фотографии», а после смерти растения пленки начинают испаряться, при этом изображения показываются в обратном порядке.

Предложите механизм этого явления. Какие химические или биохимические процессы отвечают за фотофиксацию, за наращивание и распад пленок? Насколько качественными будут изображения, которые будет фиксировать растение с помощью предложенного механизма?

Задача 16. Как Аронофски

При съёмках фильма «Фонтан» Даррен Аронофски, чтобы снизить расходы на производство, постарался свести к минимуму использование компьютерных спецэффектов. Вместо этого использовалась макросъёмка химических реакций.



Предложите, какие химические реакции можно использовать вместо компьютерных спецэффектов (например, взрыва звезды или эффекта атмосферы другой планеты). Укажите условия их проведения и кинетику протекающих процессов. По возможности подтвердите ваше решение экспериментально.