Задачи финального этапа
III Межрегионального химического турнира

Задача 1. Химические часы

– Именно, именно, – сказал Шляпа со вздохом. – У нас всегда время только пить чай! Представляешь? Даже нет времени помыть все эти штуки.

Л. Кэрролл, “Алиса в Стране Чудес”

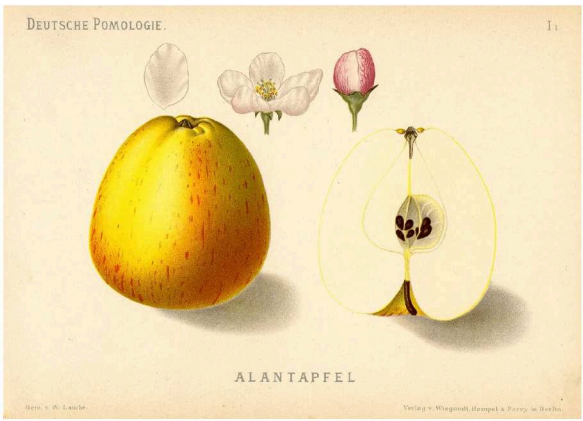
Вы оказались в закрытом вентилируемом помещении без окон с искусственным освещением. У вас есть разумный набор реактивов (считаем, что это реактивы, которые производятся в количествах более 10 тонн в год) и стеклянного оборудования, но нет ни одного прибора, способного измерять время.

Предложите устройство, способное отмерять равные промежутки времени с помощью химической реакции. Опишите принцип их работы, укажите протекающие в устройстве химические реакции, а также оцените надежность и факторы, влияющие на продолжительность измеряемых промежутков времени..

Задача 2. Яблоки

— Ты что ж это, яду боишься? — спросила старуха. — Погляди, я разрежу яблоко на две половинки, румяную съешь ты, а белую съем я.

Братья Гримм, “Белоснежка и семь гномов”



Общеизвестно, что свежий срез яблока со временем меняет окраску. Предложите способ максимально замедлить или вовсе остановить этот процесс.

Доступ воздуха к яблоку ограничивать запрещено, а сам способ должен быть основан на химических взаимодействиях. При возможности, продемонстрируйте свой метод на практике.

Задача 3. Взрывное полено

— Мне было видение, необычная картинка, а на ней вот это. Именно он делает путешествие во времени возможным — конденсатор потока!

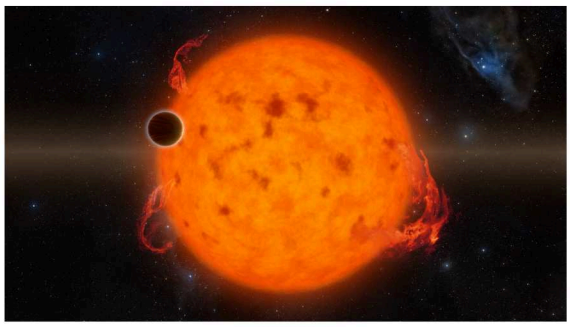
“Назад в будущее”

В фильме “Назад в будущее 3” доктор Эмметт Браун (Док) и Марти МакФлай пытаются вернуться в своё время и разогняют машину времени “ДеЛориан” до 88 миль в час при помощи паровоза. В качестве топлива для разгона Док решает использовать три особых цветных полена (“бустера”), изготовленных им в кузнице. Каждое из них начинает гореть только при достижении определенной температуры, а при срабатывании последнего – красного – котёл локомотива едва не взрывается.
Предположите, из чего могли быть сделаны эти поленья. Примите во внимание их цвета, безопасность для человека при нормальных условиях и энергетику горения.

Задача 4. Внеземной двигатель

— Нужно построить звездолёт! Звездолёт.

“Лего. Фильм”



Многие произведения писателей-фантастов о будущем времени посвящены колонизации человечеством далеких планет. Один из важных аспектов жизни на них — наличие подходящих транспортных средств для перемещения по поверхности.
Работа привычного двигателя внутреннего сгорания основана на реакции горения топлива в кислороде воздуха, газообразные продукты которой, расширяясь, толкают поршень.
Предложите, как модифицировать устройство транспортного средства будущего с двигателем внутреннего сгорания для планеты с азотно-метановой атмосферой, с атмосферой из углекислого газа или с атмосферой из хлора и аргона. Какие вещества будут вступать в реакцию, как будет осуществляться их подача, насколько эффективен будет двигатель и насколько оправданно будет его использование?

Задача 5. Античная посуда

— Это не я её разбил!

90% детей мира

За столетия античная керамика нередко меняет свой цвет относительно исходного. Выберите три состава древних красок, теряющих свой цвет со временем (на ваш выбор) и предложите способ вернуть эти цвета с помощью химических превращений. Учтите, что выбранные вами методы не должны разрушать само изделие или нанесенное изображение.

Задача 6. Как Мидас

— Войско взбунтовалось! Говорят, царь — ненастоящий!

“Иван Васильевич меняет профессию”

Античная Греция радует нас не только амфорами, но и мифами.
Царь Мидас превращал всё, к чему прикасался, в золото. Согласно мифам того времени, он был крайне этому не рад, так как даже поесть ему если и удавалось, то только с очень большим трудом.
Придумайте способ убедить окружающих, что вы обладаете таким же даром. Способ, при возможности, должен «делать золотыми» не только твёрдые тела, но и жидкости.

Задача 7. Внеплановая осень

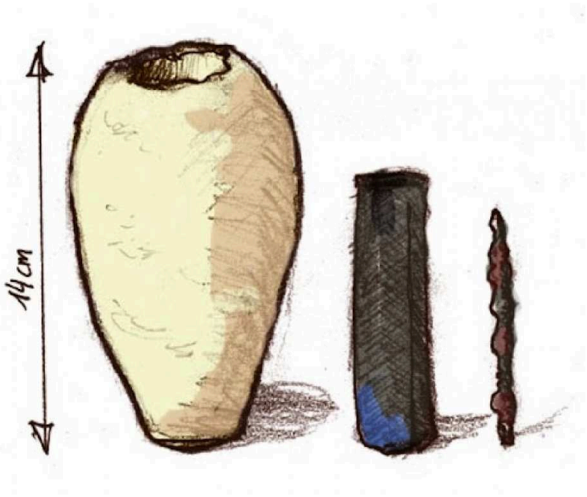
Люблю я пышное природы увяданье,
В багрец и в золото одетые леса.
А.С. Пушкин, “Осень”

Осенью листья многих деревьев изменяют окраску на желтую, оранжевую и красную. Как можно запустить смену окраски летом?

Опишите цепочку биохимических реакций, которые будут со временем приводить к смене цвета. Можно ли замедлить или обратить этот процесс осенью?

Задача 8. Древняя батарейка

— Работают до десяти раз дольше по сравнению с обычными батарейками.
Старый рекламный ролик



В 1936 году около Багдада был найден странный артефакт: сосуд с медным цилиндром внутри и проведенным внутрь железным стержнем. Существует предположение, что это устройство является гальваническим элементом.

Опишите предполагаемый принцип работы этой древней батарейки (с указанием протекающих химических реакций). Предположите, какие ещё гальванические элементы могли быть созданы людьми того времени (не далее ста лет от создания обсуждаемой батареи), а также попытайтесь оценить их удельную энергоёмкость из расчета ватт-часов на килограмм массы гальванического элемента. Какой максимальной емкости могли достичь багдадские мудрецы?

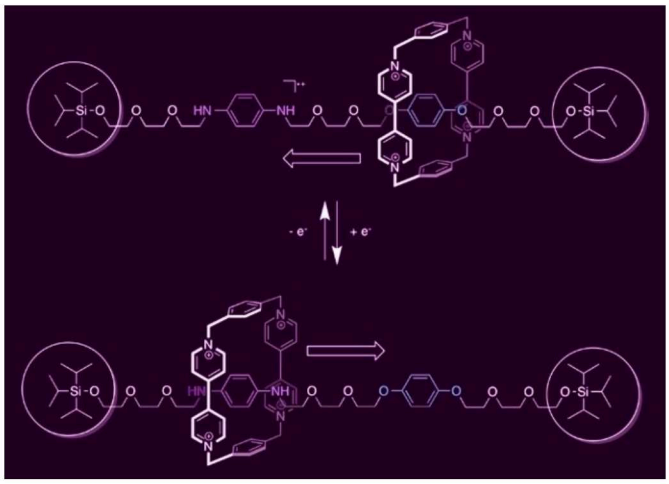
Задача 9. Обман времени

Так неисчетные против троян браноносцы данаи
В поле стояли и, боем дыша, истребить их горели.
Гомер, “Илиада”

Всем известна история археолога-любителя Генриха Шлимана, обнаружившего под землей сокровища легендарной Трои. Один из его критиков утверждал, что в действительности возраст находки на полторы тысячи лет моложе, чем заявлял Шлиман. Современные методы анализа возраста предметов включают в себя радиоуглеродную датировку и датировку по другим радионуклидам. Предположим, что вы хотите выдать некий клад за древний артефакт. Как можно обмануть различные способы (не менее двух) определения времени изготовления артефакта?

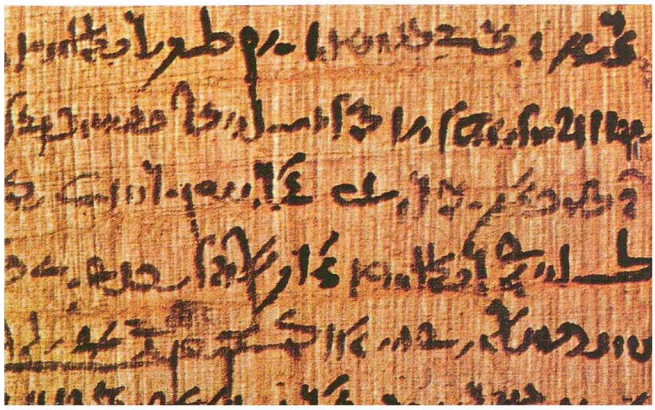
Задача 10. Циферблат.

Там, внизу, еще много места
Ричард Фейнман



Лауреатами Нобелевской премии по химии 2016 года стали Бен Феринга, Жан-Пьер Соваж и Фрейзер Стоддарт. Работы химиков были посвящены проектированию и синтезу молекулярных машин — супрамолекулярных комплексов, способных совершать механические движения под действием внешних стимулов.

Попытайтесь встать на место химиков и предложите дизайн молекулярной машины, ведущей себя аналогично часовой стрелке на циферблате. Она должна представлять собой одну или несколько молекул, связанных топологически. В машине должно быть 12 различных циклически повторяющихся состояний. Объясните, каким образом будет происходить переключение состояний и почему оно будет направлено в одну сторону. При этом данная молекулярная машина не обязательно должна измерять время.



Задача 11. Послание в будущее

“Эти руны были написаны в канун летнего солнцестояния при свете нарастающей луны почти двести лет назад”
Дж. Толкиен, “Хоббит, или Туда и обратно”

В сюжете пьесы «Гарри Поттер и Проклятое дитя» важную роль играет послание, отправленное на 37 лет в будущее. Оно было написано на ткани настойкой из шерсти демимаски и оставалось невидимым, пока в определенный момент его не «проявили», пролив на него приворотное зелье.

Предложите состав чернил и проявителя, которые можно использовать для отправки сообщения на ткани на 30-40 лет в будущее время. Чернила должны быть абсолютно невидимы, а также, желательно, не исчезать при стирке.

Задача 12. «Вечные» отходы

“Пока вы отдыхаете, мы прибираемся"
ВАЛЛ-И

Ни для кого не секрет, что в современном мире набирает обороты загрязнение окружающей среды материалами вроде полиэтилена, различных пенопластов и пластмасс. За счет химической устойчивости бутылки, пакеты и т.д. способны сохраняться даже в неблагоприятных условиях очень долгое время. Отдельную проблему представляет сортировка и переработка подобных отходов.

Чем объясняется химическая устойчивость пластмасс? Предложите метод разделения нескольких видов пластмасс, находящихся «в одной куче» (не прибегая к ручному разделению)? Исходя из вашего метода, предложите пути дальнейшей утилизации выделенной пластмассы, а также возможные варианты переработки в другие важные продукты.

**Задача предоставлена Оргкомитетом VIII НТЮХ – регионального этапа III МХТ*

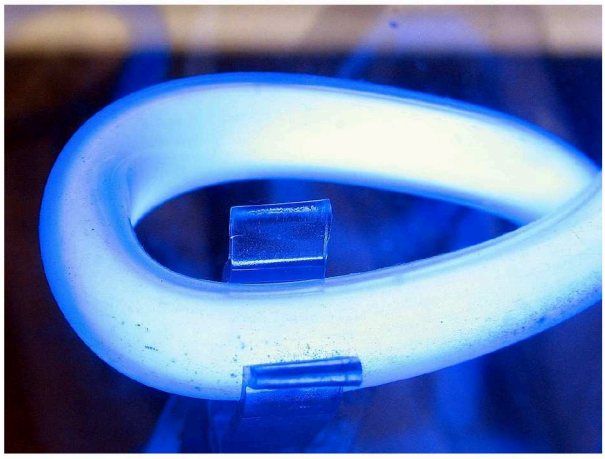
Задача 13. Замедляющаяся реакция

Никогда не спеши и не горячись.
Б. Грасиан-и-Моралес

Широко известно, что обычно с увеличением температуры время протекания реакции уменьшается. Менее известно, что существуют реакции, которые с повышением температуры замедляются.

Приведите пример такой реакции между неорганическими веществами. Составьте описание методики, позволяющей в школьных условиях продемонстрировать замедление этой реакции при нагревании.

Задача 14. Большая редкость



— Сколько европия в ртутной лампе?
— Больше, чем кальция в кальцинированной соде

Ежегодно в мире выбрасывается множество ртутных ламп. Каждая лампа по отдельности содержит небольшое количество соединений редкоземельных металлов, и даже это небольшое количество находтся в смеси с другими веществами. Тем не менее, ожидается, что к 2020 году суммарное количество редкоземельных элементов в отходах достигнет 25 тысяч тонн. В то же время их запасы сильно ограничены и локализованы, и очень актуальным представляется научиться их выделять. Как бы вы это сделали? Объясните, каким образом вы будете разделять элементы. Какие процессы при этом будут происходить?

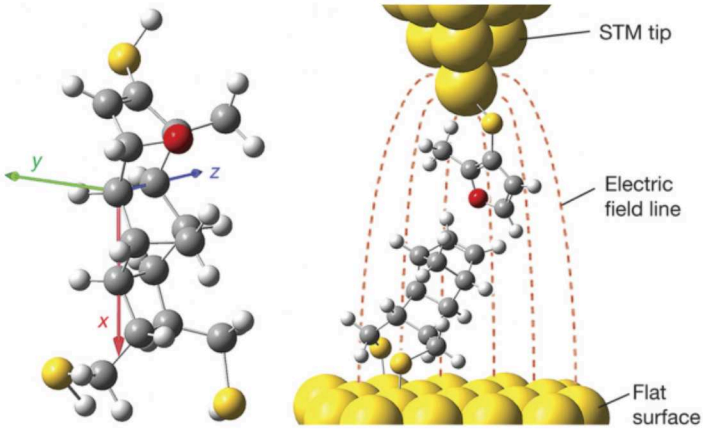
Задача 15. Октановое число

Сжигать нефть — все равно что топить печку ассигнациями.
Д.И. Менделеев

Существует мнение, что октановое число бензина при его хранении в баке автомобиля меняется со временем. Чем может быть обусловлено такое изменение? Объясните данное явление с физико-химической точки зрения. Предположите факторы, существенно влияющие на скорость такого изменения. Предложите способы максимально снизить скорость процессов, определяющих изменение октанового числа при хранении бензина в бензобаке автомобиля.

Задача 16. Электростатический “катализатор”

Полезный совет №217: чайник закипит намного быстрее, если включить его в розетку.



В химической промышленности большое значение имеет время, за которое протекает та или иная реакция. Варьируя условия (объём, температура, давление, внесение катализаторов или ингибиторов), реакции можно как ускорять, так и замедлять.
Недавно международная группа химиков из Испании и Австралии впервые продемонстрировала возможность катализа с помощью внешнего электростатического поля.
Опишите, для каких групп реакций возможен подобный катализ, а для каких нет и почему? Предложите схему по использованию электростатического катализа для реакций с макроскопическими количествами вещества.Оцените параметры устройства, необходимого для этого.