



VII Международный турнир естественных наук, Русскоязычная лига

15-21 ноября 2016г., Санкт-Петербург, Россия

Задачи очного этапа

версия 26.10.2016: +1 задача в блоке Y

Блок X*

SpaceX на Марсе

Одной из целей компании SpaceX является создание в будущем колонии на Марсе. Мало полететь на Марс, нужно научиться возвращать с Марса экспедиции и отправлять грузы на Землю. Для этого необходимо научиться производить топливо для космического корабля в условиях марсианской колонии.

В одном из интервью, Илон Маск высказал предположение, что метан является наилучшим видом топлива для производства в условиях марсианской колонии. Предложите метод промышленного производства оптимального с Вашей точки зрения ракетного топлива для межпланетного полета. Топливо должно быть синтезировано или добыто в условиях марсианской миссии. Хватит ли произведенного вами топлива для того, чтобы долететь от Марса до Земли? В обратный путь на Землю должны иметь возможность полететь хотя бы два человека.

Сухой корм

Сухой корм для домашних животных получается экструзией муки животного и растительного происхождения. При хранении входящие в состав жиры окисляются, что приводит к порче корма. Предложите метод защиты корма от окисления и продления его срока годности. Введение добавок (ВНА, ВНТ) в состав нежелательно, т.к. это может уменьшить привлекательность корма для животных.

Осмотический гриб

В сериале Star Trek – Enterprise (2000, season 1, ep.1-2) так называемый "осмотический гриб" заживляет рану от лазерного оружия на ноге капитана звездолета. Предложите концепцию устройства или биологического объекта, который бы в автономном режиме мог способствовать заживлению глубоких резаных и колотых ран, ожогов, огнестрельных ранений. Устройство/объект должен останавливать кровотечение и способствовать заживлению ран в максимально короткие сроки. Возможно ли использование вашего устройства/объекта для ускоренного заживления поврежденных внутренних органов?

Проточный реактор come back (от компании [Биокад](#))

В химической технологии могут применяться два типа реакторов: 1) периодический реактор и 2) реактор непрерывного действия (проточный). Последний, за счет своих исключительных технико-эксплуатационных характеристик во многих процессах может являться гораздо более предпочтительным в сравнении с традиционными реакторами периодического действия.

В настоящее время существуют различные модификации проточных реакторов с каналами малого сечения и областями матричного пространства для теплоносителя. Предложите наиболее эффективную на ваш взгляд концепцию подобного реактора. Сравните преимущества и недостатки двух указанных типов реакторов, определите области применимости для каждого типа реактора. Исследуйте применимость проточного реактора на примере процесса мононитрования 1,4-бутандиола; предложите наиболее эффективные условия для проведения данной реакции.

Данная задача от компании Биокад была разыграна в 2015 году на Турнире естественных наук в другой формулировке. [Формулировка 2015 года](#) более не является актуальной, но может быть принята участниками к сведению.

Подземные провалы

"На Земле часто встречаются районы с большим содержанием известковых пород, в таких местах часто образуются подземные провалы, представляющие опасность для людей, зданий, дорог.

Возникновение подземных пустот тесно связано с водными потоками, протекающими через породу, как правило, пустоты возникают после сильных дождей, рядом с течами водопроводных магистралей. Поднятие грунтовых вод, также может приводить к вымыванию породы. Поэтому наиболее часто провалы фиксируют на территории американского штата Флорида, бывшей Югославии. Встречаются карстовые провалы на территории Мексики, Белиза, России, Китая и других стран. В России проблема карстовых провалов наиболее остро стоит в Башкирии и Нижегородской области. Имея подробную геологическую карту местности, можно моделировать изменение состава породы, скажем, после сильных дождей, и принимать меры в потенциально опасных областях.

Сконструируйте наглядную модель, повторяющую структуру залегания пород для любого проблемного участка в Башкирии ИЛИ Нижегородской области. При помощи наглядной модели исследуйте процессы вымывания: установите зависимость скорости образования провалов, их глубины и т. д. от величины и интенсивности водяного потока, температуры среды, других параметров. Предоставьте к турниру саму наглядную модель и/или видео, длиной не более трёх минут, демонстрирующее её работу.

Блок У*

В блоке У содержится 6 задач. Вы можете отказаться от любых двух. Число отказов в других блоках остается равным одному.

Пятое чувство

В последние годы сфера разработки протезов конечностей получила огромное развитие. Управление протезами, роботизированными конечностями или частями экзоскелета при помощи силы намерения перестали быть картинкой из научно-фантастических фильмов. Однако, если идеи для восстановления утраченных моторных функций конечностей удалось найти, то обеспечить сенсорное восприятие до сих пор не удаётся.

Объясните с физиологической точки зрения важность взаимодействия моторной и сенсорной частей нервной системы для выполнения статических и динамических движений индивидуальной конечностью. Предложите варианты модулей, которые бы обеспечивали сенсорную функцию протезов. Поясните механизм их работы и принцип взаимодействия с нервной системой

Сферический конь в вакууме (от компании [“Тион”](#))

В промышленности и в быту существует огромное число задач, связанных с очисткой воздуха от частичек. От очистки воздуха в медицинских учреждениях от микроорганизмов, до очистки воздуха от радиоактивных аэрозолей на атомных станциях или очистки воздуха в пылесосе... или в танке, движущемся по пустыне во время песчаной бури. Технологии очистки воздуха от частичек тоже бывают разные, однако наиболее распространённой является «классическая» технология – воздух пропускают через материал с открыто-пористой структурой, которая пропускает молекулы, но за счет различных механизмов захвата задерживает частицы. Этот процесс захвата как правило носит вероятностный характер. Основными параметрами фильтров можно считать их эффективность (вероятность захвата частицы определенного размера) и емкость, которую можно описать зависимостью перепада давления от массы пойманного аэрозоля. Эти параметры определяются, как геометрией фильтра, так и его внутренней структурой.

Представьте, что у вас есть 3D-принтер, способный печатать произвольные структуры из полимера с разрешением 10 нм. Придумайте способ напечатать на таком принтере «идеальный» фильтр, то есть фильтр, обладающий максимальной эффективностью и емкостью. Как определить и описать структуру такого фильтра, перед тем как начать его печать? Учтите, что ответ может зависеть от спектра размеров частичек, которые предстоит отфильтровывать.

Перстень императора

В древности люди приписывали драгоценным камням мистические и магические свойства. Например, богатые люди, опасавшиеся отравления, часто носили перстень с рубином. Они верили, что рубин, погруженный в отравленный напиток, меняет свой цвет, предупредив тем самым об опасности.

Действительно ли в природе существуют камни пригодные для обнаружения распространенных ядов, например подмешанных в вино или пиво? Если да, то опишите их состав и механизм действия. Опираясь на современные научные знания, предложите способ создания камней-индикаторов, пригодных для использования в ювелирных украшениях. Желательно при этом, чтобы созданный камень был индикатором сразу нескольких ядов.

Назад в будущее

Машина времени из фильма «Назад в Будущее» требует для работы мощности электричества в 1 гигаватт, которая достигается с помощью ядерного реактора. После того, как герой фильма попал в прошлое, ядерное топливо оказалось недоступным, и для обратного путешествия в качестве источника энергии пришлось использовать разряд молнии.

На самом деле, обуздать молнию не так-то просто. Оцените, сколько электрической энергии можно получить с помощью молниеотвода. Предложите другие способы извлечения электрической атмосферной энергии, укажите возможные области их применения. Оцените целесообразность предложенных методов для различных районов Земли.

Химический дозиметр

Существуют приборы, работающие по накопительному принципу: например, плювиометр или дозиметр. В таких приборах накопление сигнала происходит непрерывно, а не путем обработки дискретных измерений. При мониторинге состояния окружающей среды датчики с дискретным сигналом могут пропустить пиковые нагрузки при выбросах вредных веществ в экосистему, поэтому информативнее интегральный показатель за день, месяц, год.

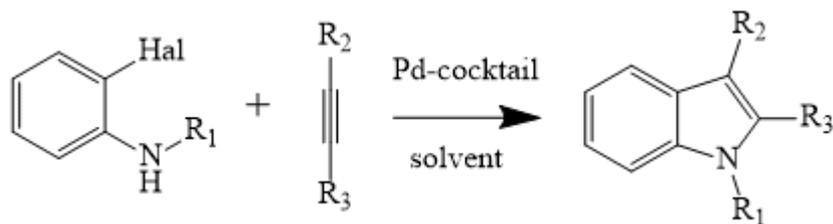
Выберите класс экотоксикантов, актуальных для вашей страны/региона, и создайте концепцию устройства накопительного датчика для их определения.

Индолильный фрагмент (от компании [Биокад](#))

Биядерные конденсированные ароматические гетероциклические соединения, содержащие в своем составе индолильный фрагмент, находят широкое применение в различных областях человеческой деятельности, в том числе в фармацевтической химии. Целая гамма активных фармацевтических субстанций с точки зрения их молекулярной структуры являются производными индола.

Актуальная задача современной прикладной органической химии – поиск эффективных препаративных методов синтеза индолов.

Относительно недавно предложен интересный способ синтеза индолов из вицинальных ацетиленов и о-галогенанилинов, протекающий по схеме:



Обоснуйте выбор каталитического коктейля (Pd-прекурсор, лиганд, основание), а также растворителей для проведения процесса. Установите и наглядно представьте четкую взаимосвязь между свойствами заместителей R₂ и R₃ в ацетилене и получаемым целевым продуктом реакции. Объясните пути образования и природу побочных продуктов реакции.

Блок Z*

Песнь воды и пламени

В 2015 году в России сгорела одна из библиотек Российской Академии Наук. Было уничтожено около 5 миллионов книг, многие из которых не были оцифрованы. Эти знания были утрачены навсегда. Существующие датчики дыма либо обладают недостаточной чувствительностью, либо дороги. Решением проблемы пожара в библиотеках может стать нанесение на книги состава, при тлении выделяющего вещество, которое можно было бы дешево и легко обнаружить с помощью газовых датчиков. Наносимый состав не должен влиять на качество книг и безопасность их использования даже при длительном хранении. Предложите состав "противопожарного" нанесения на книги для библиотек

Горячая вода

Гелиоэнергетика – одно из самых перспективных направлений альтернативной энергетики, с помощью которой получают тепловую или электрическую энергию за счет солнечного излучения. Одним из многообещающих приборов данного направления является солнечный коллектор, который широко применяются для нагрева воды и отопления. Такие устройства обладают следующими характеристиками – большой вес и габариты, сложная технология изготовления, трудоемкая транспортировка, отсутствие возможности автономной работы. Данный набор характеристик в совокупности с высокой ценой не позволяет использовать такое устройство туристам, дачникам и людям, предпочитающим активный загородный отдых. Предложите вариант разработки похожего водонагревательного устройства (или отдельных его частей), сочетающего в себе такие параметры как легкость, портативность, простота монтажа, автономность и эффективность, доступный для обывателя.



Гибернация

В 1961 году Юрий Гагарин совершил первый космический полет. 55 лет спустя, несмотря на все сложности и неудачи космических программ, человечество еще не потеряло надежды полететь к далеким звездам. В многочисленных фантастических фильмах и книгах описываются риски отправки "корабля поколений" (Generation ship), который долетит до цели только после смены нескольких поколений пассажиров. Поэтому в будущем станут необходимы технологии, позволяющие группе обученных индивидов полететь на встречу новым открытиям, с тем чтобы успеть основать колонию в другой планетарной системе до конца своей жизни.

Предложите способ погружения человека в состояние гибернации для длительного космического перелета. Рассмотрите детали входа в состояние гибернации и выхода из него. Предположив, что космические аппараты смогут достигнуть стабильной скорости 0.5% от скорости света, исследуйте, будут ли радиация, релятивистские эффекты или космические тела сказываться на предложенном вами способе?

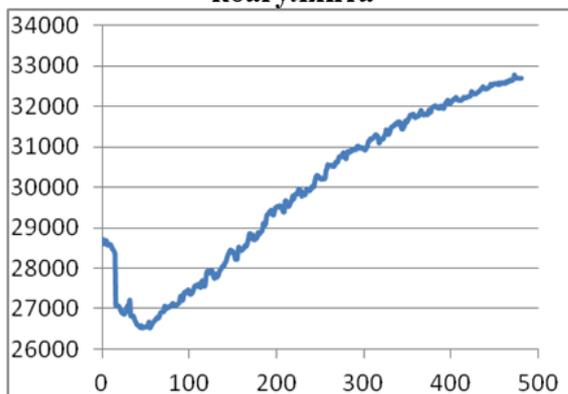
Коагуляция под контролем

Контроль свёртываемости крови является жизненно необходимым для людей с нарушением свёртываемости крови, а также при антикоагулянтной терапии. Поэтому разработки приборов, которые позволяют определять параметры свертываемости крови в домашних условиях являются перспективными, в частности, один из резидентов Новосибирского [Академпарка](#) ведет разработку такого прибора. Прибор основан на методике измерения изменения импеданса биологической жидкости (цельной крови или плазмы крови) в присутствии коагулирующего агента. Такой прибор позволит пациентам легко и быстро вне стен лечебных учреждений определить Международное нормализованное отношение (МНО), которое является важно характеристикой свёртываемости. Таким образом это позволит пациентам контролировать МНО в домашних условиях.

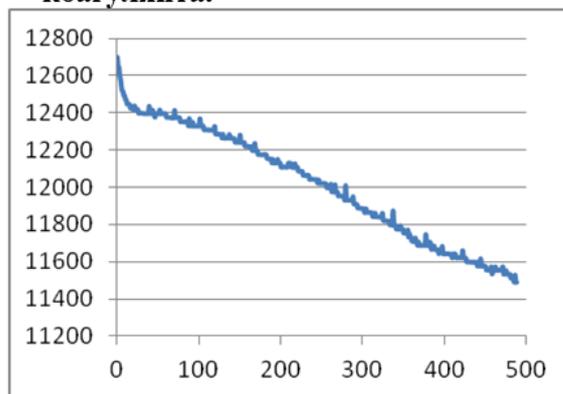
Методика измерения заключается в регистрации изменения импеданса образца крови при частоте тока 50 кГц. На рисунках представлены 2 измерения (На всех диаграммах представлена зависимость изменения импеданса образца от времени в секундах), полученные в одинаковых условиях с помощью данного прибора и 15 мкл крови/плазмы одного и того же пациента с МНО 1,0.

Изучите, какие процессы протекают при добавлении коагулянта (тканевый фактор) в цельную кровь и плазму. Объясните разницу в результатах эксперимента в случае 1 и в случае 2. За счёт каких физических, химических и биологических процессов после точки экстремума на графике 1 начинает возрастать импеданс после 100 секунд, почему этого не происходит на графике 2?

(1) Цельная кровь с добавлением коагулянта



(2) Плазма крови с добавлением коагулянта.





Сепсис

Сепсис продолжает оставаться наиболее частой причиной смертности для госпитализированных больных в развитых странах мира. За последнее столетие, не смотря на стремительное развитие медицины, показатели выживаемости пациентов при системном воспалении улучшить не удалось. Учёные и практикующие врачи приходят к выводу, что современные методы лечения неэффективны и могут даже навредить пациенту.

Изучите последние теории развития сепсиса от молекулярного уровня до уровня целого организма и предложите новые лечения данного заболевания, пояснив механизмы их действия. Предположите, какими могут быть побочные эффекты предложенного вами метода.

**** Задачи разделены на блоки X, Y и Z. Каждый из блоков соответствует одному дню турнира. О том, в какой день будет играть каждый из блоков, будет объявлено за три дня до начала турнира. Просим Вас ответственно отнестись к проработке всех задач. Напоминаем, что вы имеете право отказаться от решения одной задачи в каждом блоке***

Задачи выпущены Научным советом ТЕН в составе: Анастасия Ананян, Юлия Гозданкер, Антон Голышев, Дарья Ветошкина, Сергей Дубков (к.т.н.), Андрей Малыхин, Наталья Назаренко, Сергей Никифоров, Лизавета Пустовойт, Сергей Сафонов (к.х.н.), Александра Суворова (к.х.н.), Никита Цветов (к.х.н.). Идеи задач предложены членами Научного совета, а также авторами: Иван Родионов (к.х.н.), Олег Силуков (к.х.н.).

Предлагайте ваши идеи задач на ТЕН-2017: www.scitourn.ru/problems