



**Международный турнир естественных наук, 2010-2015**

**www.scitourn.ru**

tournament@scitourn.com || +7 (812) 958-73-27 || Telegram: SciTourn

Санкт-Петербургский государственный университет

198504 Россия, Санкт-Петербург, Петродворец, Университетский проспект, 26.



## **Задачи VI Международного турнира естественных наук 11-16 ноября 2015, Санкт-Петербург, Россия**

Версия 3, 11.10.2015. Содержит 15 задач, разделенных на 3 блока.

### **Блок X\***

#### **Альпечин**

После отжима масла из маслин остается жидкость, называемая по-испански «альпечин» (исп. Alpechin). Чаще всего, альпечин просто выпаривают на солнце, не находя ему лучшего применения, а некоторые недобросовестные производители выливают его в реки. Это наносит вред окружающей среде, поскольку в альпечине содержатся токсичные фенольные соединения, а годовой объем его производства по всему миру составляет около 30 миллионов тонн.

Предложите экономически выгодный способ использования альпечина, или способ его утилизации, доступный по цене и трудозатратам для небольших предприятий, производящих оливковое масло.



#### **Бактерии на поводке**

В настоящее время ученые активно исследуют возможности создания новых микроорганизмов для использования в промышленности и сельском хозяйстве (например, для микробиологического синтеза). Однако в повседневной жизни (в квартире, офисе, магазине...) человек редко сталкивается с осознанным использованием микроорганизмов.

Предложите новый способ применения микроорганизмов в повседневной жизни, который является, на ваш взгляд, наиболее привлекательным для реализации. Докажите его практическую осуществимость, оцените предполагаемые выгоды и риски.





### **Защититься от солнцезащиты**

Каждый год в море смывается около 6 тысяч тонн солнцезащитного крема. Чаще всего в качестве УФ-фильтра в таких кремах применяется микрокристаллический диоксид титана, который считается биологически безвредным. Однако при освещении диоксида титана в морской воде солнечным светом образуются реакционноспособные соединения, которые убивают фитопланктон, служащий пищей для рыб.

Предложите эффективный УФ-фильтр в виде микрокристаллического неорганического порошка, который будет безопасным как для человека, так и для морских обитателей.



### **Чистая мембрана – чистая вода**

Половолоконная мембрана, используемая в современных бытовых устройствах водоочистки, в частности, «Аквафор-Эко», представляет собой набор из нескольких сотен пористых микротрубочек с размером пор ~0,1 мкм. При работе фильтра поры мембраны, в определенных условиях, могут забиться отфильтрованными коллоидными частицами и бактериями задолго до исчерпания емкости остальных модулей.

Предложите способ (устройство, схему, реагент и пр.), значительно продлевающий ресурс мембраны, безопасный для пользователя и не влияющий на качество работы всего фильтра.

Увеличение стоимости модуля за счет предполагаемой модификации не должно превысить 10 евро. Простое увеличение площади мембраны не может считаться решением.





### **Миссия невыполнима**

В фильме "Миссия Невыполнима" секретный агент Итан Хант (Том Круз) использует устройство, замаскированное под жевательную резинку, которое представляет собой пластинку наполовину красного, наполовину зеленого цвета. При совмещении этих половинок спустя 5 секунд происходит взрыв.

Основываясь на данном принципе действия, предложите свой состав аналогичных "жевательных резинок", которые при активации не будут взрываться, но будут выделять достаточное количество теплоты, чтобы:

- 1) При температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  отогреть заклинивший от мороза навесной замок
- 2) Разжечь костер в походных условиях

Можно ли создать "жевательную резинку", одновременно пригодную для обеих задач? Для каких еще целей можно использовать подобное устройство?

Предложенная Вами нагревательная "жвачка" должна:

- По размеру и форме совпадать со стандартной пластинкой жевательной резинки.
- Активироваться путем совмещения двух своих частей, не требовать для использования каких-либо дополнительных устройств или материалов, не выделять токсичных газов.
- Быть безопасной при хранении в упаковке в обычных условиях (в кармане), иметь срок годности как минимум 1 год.



## **Блок У\***

### **Метанол**

Случается, что недобросовестные производители стеклоомывающих средств заменяют изопропанол менее дорогим, но более опасным для здоровья метанолом, причем никак не предупреждая об этом потребителя. Отравления метанолом могут приводить к слепоте и даже летальному исходу.

Предложите простой и экспрессный метод определения наличия метанола в стеклоомывающей жидкости в присутствии изопропанола и/или этанола. Метод должен быть доступным для обыкновенного автомобилиста без специального образования. Можно ли использовать ваш метод для определения метанола в других практически значимых системах?



### **Остановить лубоедов**

В Северной Америке существует проблема жуков-лубоедов, которые уничтожают сосновые леса на огромных территориях. Предложите экономически оправданный и экологически безопасный метод спасения лесов от этих вредителей.





## **Проточный реактор**

Одним из передовых технологических решений в современной фармацевтической промышленности является применение микро- и мезо-канальных реакторов проточного типа. Подобный реактор представляет собой систему последовательно соединенных модулей, каждый из которых имеет канал малого сечения для непрерывного хода реакционной массы, окруженный пространством для теплоносителя. Такие системы позволяют значительно увеличить выход продукта и снизить время протекания процесса по сравнению с традиционными реакторами периодического действия.

Реакция мононитрования 1,4-бутандиола осуществления в реакторе периодического действия со следующими параметрами:

- Объем реактора: 1 м<sup>3</sup>
- Объем органической фазы: 0,5 м<sup>3</sup>
- Концентрация 1,4-бутандиола в растворителе (дихлорметане): 2,3 % масс.
- Концентрация HNO<sub>3</sub> в воде: 60 % масс.
- Температура процесса: 10 – 70 °С
- Время смешения реагентов: 2,5 часа
- Процесс останавливается во избежание образования динитро-продукта

Предложите принципиальную схему системы проточных реакторов для осуществления данного процесса. Определите и обоснуйте оптимальные параметры системы: минимальное количество необходимых модулей, их температуру, скорость потока (не должна превышать 200 мл/мин). Какие еще факторы следует учитывать при проектировании такой системы? Оцените предполагаемую выгоду при использовании вашей проточной системы по сравнению с реактором периодического действия.

Рабочий объем одного проточного модуля равен 10 мл, суммарная скорость потока не должна превышать 200 мл/мин, максимальное давление – 18 бар.

**BIOCAD**  
Biopharmaceutical Company



## Мутная история

Компания MEL Science изготавливает детские химические наборы для проведения научных экспериментов дома. Один из тематических наборов посвящен олову и включает в себя два эксперимента с раствором  $\text{SnCl}_2$ : рост оловянных нитей при электролизе («Оловянный дендрит») и рост кристаллов олова на цинковой грануле («Оловянный ёжик»).

Для удобства пользователя, MEL Science поставляет хлорид олова в виде 0.5 М раствора, который готовится следующим образом. Навеска кристаллогидрата  $\text{SnCl}_2$  растворяется в 0.5 М соляной кислоты, которая необходима для подавления гидролиза  $\text{SnCl}_2$ . В результате образуется мутный раствор, который фильтруется. Полученный прозрачный раствор разливается по полипропиленовым баночкам объемом 10 мл с помощью диспенсера и герметично закрывается.

Чтобы эксперименты были наглядными, раствор  $\text{SnCl}_2$  должен оставаться прозрачным вплоть до получения набора потребителем, т.е. как минимум 2 месяца. Однако в некоторых случаях помутнение раствора наблюдается уже через неделю после фасовки. Было установлено, что скорость помутнения раствора отличается для образцов хлорида олова, имеющих одинаковую маркировку чистоты, но приобретенных у различных поставщиков. С чем это может быть связано? Какие факторы могут влиять на скорость помутнения раствора  $\text{SnCl}_2$  в указанных условиях? Предложите способ, позволяющий избежать этого нежелательного помутнения.

## Капли

При падении капель на колеблющийся слой жидкости они могут вплоть до нескольких минут оставаться на поверхности, не сливаясь со слоем жидкости. Данный эффект может наблюдаться как на специальном вибростенде, так и при перегонке, фильтровании или же просто при капании жидкости с определенной высоты и с определенной скоростью.

Объясните данный феномен, определите, при каких условиях он наблюдается, и, главное, предложите практическое применение этому явлению.



Anglo House, Bell Lane Office Village,  
Bell Lane, Amersham, Buckinghamshire,  
HP8 0FA, United Kingdom  
www.melscience.com



## **Блок Z\***

### **Жемчужина капитана**

«По моим соображениям, эта тридакна весила килограммов триста... между листовидными складками мантии, свободно покоилась жемчужина величиною с кокосовый орех. Жемчужина безупречной сферической формы, чистойшей воды, бесподобного отлива! Драгоценность баснословной стоимости!»

– Жюль Верн, Двадцать тысяч лье под водой

Самая большая из найденных жемчужин приближается к данному описанию - она весит около 6.4 кг, ее длина составляет 23.8 см. Однако она имеет неправильную форму и не обладает характерным для жемчуга блеском. Какие факторы влияют на размер и качество жемчужины при ее росте? Предложите путь к получению таких крупных и качественных жемчужин, как описал Жюль Верн. Жемчужины должны быть цельными и состоять из настоящего перламутра.



### **Гелевый датчик продавливания**

Существуют цветные гелевые пластины для контроля распределения давления. Места, на которые продолжительное время оказывается большее давление, становятся светлее, а через некоторое время пластина восстанавливается. Сейчас такие пластины используются для выбора спортивной амуниции, например, седла в конном спорте (т.н. «impression pad»). При этом они довольно дороги и малодоступны.

Где ещё можно было бы применить гелевые пластины-датчики, работающие по такому принципу? Предложите метод их изготовления в домашних условиях.

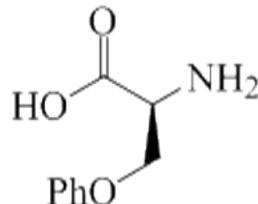




## Серин

Природные аминокислоты входят в состав большого количества активных фармацевтических субстанций, поэтому получение различных производных аминокислот является важной синтетической задачей. Предложите дешёвый и легко масштабируемый метод синтеза О-фенил-L-серина из незамещённого природного серина.

Каких побочных реакций следует опасаться, и чем обусловлен выбор используемых защитных групп?



**BIOCAD**  
Biopharmaceutical Company

## Поддельное молоко

Фальсификация натурального молока является серьезной проблемой в развивающихся странах. Употребление поддельного молока в пищу вредно и может приводить к серьезным патологиям у детей.

Какие существуют способы подделки молока? Предложите метод анализа молока, который бы позволил отличить натуральный продукт от фальсифицированного. Метод должен быть доступен для использования в домашних условиях жителями развивающихся стран.





## **Гликоль\*\***

Гликоли составляют основу теплоносителей, используемых на пищевых фабриках для охлаждения продукции во время производственного процесса. Эти теплоносители имеют хоть и длительный, но конечный срок эксплуатации. Через некоторое время, в связи с ухудшением эксплуатационных свойств, перед пользователями встает проблема их утилизации. В настоящее время для этой цели используются методы сжигания и микробиологического разложения, каждый из которых имеет свои слабые стороны и наносит урон окружающей среде. Объем теплоносителя, единовременно подлежащего утилизации, зависит от мощности производства и, как правило, составляет десятки тонн.

Предложите экономически оправданный метод утилизации гликольсодержащих теплоносителей, который позволит улучшить технологию обращения с данным типом отходов и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду по сравнению с уже известными подходами.

**CLARIANT** 

---

\* 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.

\*\* Команда-автор лучшего решения данной задачи выигрывает поездку в лабораторию Клариант в Европе. Подробности конкурса узнавайте у оргкомитета или смотрите на сайте [www.scitourn.ru](http://www.scitourn.ru).