

## Международный студенческий форум ChemCamp 2013

### Химический турнир

#### Очный этап

#### 1/4 финала

#### Задача 1

В начале 1990-х г.г. по Центральному телевидению было продемонстрировано уничтожение паров ртути Алланом Чумаком. Экстрасенс в сопровождении свиты вошёл в комнату, в которой находился прибор, показывающий значительную концентрацию паров ртути в воздухе. А.Чумак сделал несколько пассов, и стрелка прибора показала существенное уменьшение концентрации ртути.

Предложите научное объяснение наблюдаемого эффекта.

*(Автор задачи: д.х.н., проф. Лисичкин Г.В.)*

#### Задача 2

Штормгласс – это химический метеорологический прибор, представляющий собой герметически запаянную ампулу, заполненную раствором, содержащим 10 г камфоры (D-изомера или натуральной), 2,5 г нитрата калия, 2,5 г хлорида аммония,

33 мл дистиллированной воды, 40 мл спирта.

При хорошей погоде этот раствор прозрачен, а перед ухудшением погоды происходит образование кристаллов:

- Жидкость прозрачна — солнечно
- Жидкость мутная — облачно, возможны осадки
- Маленькие точки в жидкости — влажно, туман
- Мутная жидкость с маленькими звёздочками — гроза
- Маленькие звёздочки в жидкости солнечным зимним днём предвещают снег
- Крупные хлопья — облачность в умеренные сезоны, снегопад зимой
- Иглистые кристаллы — заморозки

- Нити у поверхности — ветрено
- Быстрое появление крупного кристалла в чистой колбе при ясной погоде — гроза

Предложите наиболее вероятное, по Вашему мнению, объяснение действия прибора.

*(Автор задачи: д.х.н., проф. Лисичкин Г.В.)*

### **Задача 3**

Полиэтилен и полипропилен гидрофобны. Для большинства технических применений этих полимеров их гидрофобность не играет роли. Однако иногда она является существенным препятствием для использования этих материалов.

Как сделать полиэтилен гидрофильным?

*(Автор задачи: д.х.н., проф. Лисичкин Г.В.)*

### **Задача 4**

Документально установлено, что некоторые люди без вреда для здоровья могут наступать босыми ногами на раскалённые угли.

Предложите возможные объяснения этого факта.

*(Автор задачи: д.х.н., проф. Лисичкин Г.В.)*

## 1/2 финала

### Задача 1

До конца XIX века в качестве оберточной бумаги для шоколада использовали бумагу, покрытую слоем олова. Предложите два способа создания оловянной бумаги, которые могли быть использованы в то время, имея в распоряжение в качестве источника олова гранулированное металлическое олово.

### Решения

1. При помощи кисти бумагу покрывают порошком цинка, растертом на яичном белке (альбумине). После этого бумагу высушивают, и для укрепления цинка, обрабатывают паром (запаривают). Затем ее погружают в раствор хлорида олова(II), полученный растворением олова в соляной кислоте. Как только на волокнах образуется осадок олова, ее промывают водой и высушивают.
2. Тонкий металлический порошок олова растирают с клеевой основой и наносят на бумагу. Для получения тонкого порошка олова в приготовленный раствор хлорид олова(II) опускают пластинку цинка и оставляют до тех пор, пока все олово не осядет в виде металлического порошка. Полученный осадок промывают и высушивают.

Примечание. Покрывать бумагу жидким оловом не удастся, так как температура воспламенения бумаги примерно равна температуре плавления олова.

*(Автор задачи: к.х.н. Дроздов А.А.)*

### Задача 2

Трековая мембрана представляет собой пленку из полиэтилентерефталата толщиной 10 мкм, пронизанную цилиндрическими порами диаметром 0.1 мкм (площадь, занятая порами, составляет ~2% от площади пленки). В исследовательских целях требуется закрепить кусок такой мембраны площадью 1 см<sup>2</sup> на золотом электроде пьезокварцевого резонатора таким образом, чтобы поры практически не были заполнены склеивающим веществом; контроль заполнения пор – визуальный (мембрана с порами, заполненными твердым веществом или жидкостью, прозрачная, а с заполненными газом – мутная). Условия дальнейших опытов требуют жестко связать мембрану с электродом по всей ее поверхности. Слой склеивающего вещества должен быть равномерным и в среднем не превышать 5 мкм по толщине. Методика должна быть по возможности экспрессной и выполнимой оператором средней квалификации в рядовой лаборатории.

## Решения

1. «Физическое». Если площадь мембраны  $1 \text{ см}^2$ , а слой клея не должен быть более 5 мкм, то требуется не более 0.5 мкл клея, что трудно равномерно нанести на  $1 \text{ см}^2$  электрода. Идея, позволяющая использовать малое количество клея и при этом равномерно его нанести, заключается в разбавлении имеющегося клея (например, цианакрилатного, полимеризующегося от следов влаги) достаточно летучим растворителем. Разбавление в 20 раз даст возможность нанести дозатором 10 мкл на площадь  $1 \text{ см}^2$ , что вполне реально. После небольшого подсушивания можно наклеивать мембрану.

Идея, позволяющая избежать впитывания клея в поры, заключается в предварительном заполнении пор. Это может быть, например, труднолетучий растворитель (существенно менее летучий, чем растворитель клея). Нужно погрузить в него мембрану, а затем стряхнуть избыток и стереть капли с поверхности. При протирании, например, бумагой не допустить всасывания растворителя из пор за счет капиллярных сил (визуальный контроль заполнения пор – согласно условию). Подготовленную таким образом мембрану можно приклеивать: поры не будут заполняться клеем. Затем дожидаться улетучивания растворителя из пор или промыть систему другим растворителем, не растворяющим клей. Если клей разбавлен, например, тетрагидрофураном, то в качестве заполняющего поры растворителя можно использовать N,N-диметилформамид или диметилсульфоксид (первый улетучится, второй можно отмыть этанолом или водой). Для достижения более четкого разделения фаз можно использовать слабо смешивающиеся между собой растворители для разбавления клея и заполнения пор (напр., ацетонитрил / *n*-додекан или гексан / ДМФА).

2. «Химическое». Масса мембраны невелика, и есть шанс соединить ее с золотой поверхностью ковалентными связями. Подобную пришивку можно реализовать разными способами, например: золото обрабатывают  $\omega$ -меркаптоалкилкарбоновой кислотой, получая  $\equiv\text{Au-S-(CH}_2\text{)}_{3-12}\text{-COOH}$ , а затем водным раствором смеси N-гидроксисукцинимиды и 1-этил-3-(3-диметиламинопропил)карбодиимида гидрохлорида, что позволяет получить сукцинатный эфир привитой кислоты. ПЭТФ мембрану активируют, например, так: обрабатывают кислым перманганатом (50 г/л) для увеличения количества поверхностных карбоксильных групп, аминируют, например, N,N'-диэтилендиамином, высушивают и в присутствии небольшого количества воды плотно прижимают к золотому электроду. Образуется амидная связь, соединяющая поверхности. Химический способ не может считаться экспрессным, поскольку для большинства стадий требуется время порядка часов.

*(Автор задачи: д.х.н. Беклемишев М.К.)*

## Финал

### Задача

Получение и выделение олова-117m из облученных высокоэнергетическими протонами сурьмяных мишеней

1. Ядерные реакции получения олова-117m при облучении заряженными частицами. Побочные ядерные реакции и примесные радионуклиды, в первую очередь, сурьма-120m, -124, теллур-121, -121m, -129m, индий-115m, серебро-105, -110m.
2. Химические методы разделения радионуклидов и отделение материала мишени. Выделение целевого продукта – олова-117m. Оценка выхода  $^{113m}\text{Sn}$  и его радиохимической и химической чистоты.
3. Комплексоны для олова-117m и их использование в качестве радиофармпрепаратов.

Ссылки для начала поиска:

1. Ким Дон Кю, Абрамов А.А., Волкова С.В., Дубовая О.В. Серопегина Е.Н. «Химическая технология», 2009, № 7, с. 417-421
2. Ermolaev S.V., Zhnikov B.L., Kokhanyuk V.M., Togaeva N.R., Abramov A.A., Khamianov S.V., Srivastava S.C. J. Radioanal. Nucl. Chem. 2009. V. 280. № 2. P 319-324
3. Krishnamurthy G.T., Swailem F.M., Srivastava S.C. J. Nucl. Med., 1997, V. 38, P 230-239

*(Автор задачи: д.х.н., проф. Абрамов А.А.)*