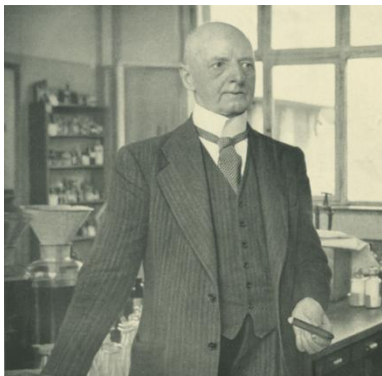


## 1.4 Заключительный (городской) этап. Практический тур

8 класс

Авторы задачи – Скорб Е.В., Уласевич С.А.

### Практическое задание:



Рафаэль Эдуард Лизеганг

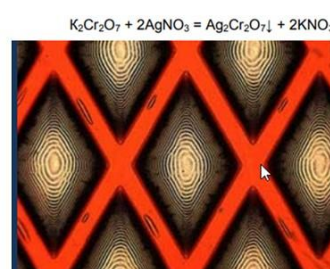
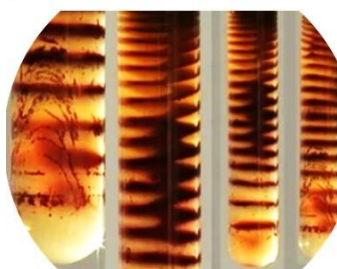
Кольца Лизеганга (общее название: структуры Лизеганга) – концентрические кольца или ритмически перемежающиеся полосы, возникающие в результате периодического осаждения каких-либо соединений при диффузии в плотных средах гелей. Названы в честь первооткрывателя явления – немецкого фотографа Лизеганга.

Структуры Лизеганга обычно получают при диффузии одного из исходных веществ через гель, содержащий другое вещество, способное образовывать с первым нерастворимый осадок (хроматы, галогениды, гидроксиды металлов, карбонаты и сульфиды свинца, меди, серебра, ртути и др.)

Интересным фактом является то, что кольца Лизеганга – самоорганизующиеся системы и являются примером протекания реакций в неравновесных системах. Существует огромное число примеров колец Лизеганга в природе. Полосато-слоистую структуру имеют конкременты (камни) в органах животных и человека, некоторые биологические ткани, например поперечнополосатые мышцы. Важен процесс образования описанных структур и для понимания путей образования болезненных образований в организме - камней в почках, мочевом и желчном пузырях.



Кольца Лизеганга в песчанике



Примеры колец Лизеганга в природе и в лаборатории

Интересно, что при взаимодействии в гелях  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  с раствором  $\text{CaCl}_2$ , с выбранными концентрациями, будут формироваться периодические осадки, **первое кольцо формируется в течение первого 1,5 часа**. В то время как раствор  $\text{MgSO}_4$  при

взаимодействии с раствором  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  даст осадок, но не формирует колец Лизеганга. Процесс формирования колец Лизеганга зависит от температуры.

**Оборудование и реактивы:** штатив с пробирками, 3 пробирки с прозрачными растворами ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ), 3 пробирки с залитым агаром с  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , и стакан с раствором  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , предварительно приготовленные 2 пробирки с кольцами Лизеганга из фосфатов кальция, сформированных при комнатной температуре и при  $4^\circ\text{C}$  (в холодильнике), линейка, часы или секундомер.

**Практическое задание и оформление наблюдений:**

- а) В пронумерованных пробирках 1 – 3 находятся растворы  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ . В пробирках 4 – 6 находится 5 мл затвердевшего агара с  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Составьте таблицу наблюдений, что происходит при добавлении небольшого количества из пробирок 1 – 3 к пробиркам 4 – 6, соответственно, в начальный момент, через 90 минут, и через 120 мин.
- б) После того, как запущены реакции в пробирках 4 – 6, выявите в какой из пробирок 1 – 3 находится  $\text{NaCl}$ , с использованием раствора  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .
- в) В пробирках 7, 8 находятся предварительно приготовленные кольца Лизеганга из фосфатов кальция, сформированных при комнатной температуре и при  $4^\circ\text{C}$  (в холодильнике). Составьте таблицу наблюдаемых отличий и предположите, при каких температурах сформировались кольца.

**Теоретические вопросы:**

- 1) Объясните ход качественного анализа.
- 2) Напишите уравнения всех соответствующих реакций в молекулярном виде. Для одного из них приведите также сокращенно-ионную форму.
- 3) Объясните, чем обусловлена зависимость расстояний между кольцами от температуры.
- 4) Приведите формулу трикальций фосфата и запишите уравнения реакции образования этого фосфата и гидроксиапатита ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ). При написании уравнений (в левую часть) можно добавить одно вещество. Для одного из них приведите также сокращенно-ионную форму.
- 5) Назовите не менее трех природных минералов либо полудрагоценных камней, в которых тоже присутствуют кольца Лизеганга. Приведите их химические формулы.