



научно-методический журнал

ISSN 0130-5522

**7** 2021

# **ФИЗИКА В ШКОЛЕ**



**У истоков преподавания современной физики**

**Проектно-ориентированное обучение в системе  
основного и дополнительного образования**

**Раздел «Астрономия»**

**Естественнонаучные проекты с использованием  
программы Google Earth**

НЕ  
ЗАБУДЬТЕ  
ПОДПИСАТЬСЯ  
НА ЖУРНАЛ  
ПО КАТАЛОГУ  
«ПОЧТА  
РОССИИ»!





## ЭКСПЕРИМЕНТ

# РОСТ КРИСТАЛЛОВ В ГЕЛЕ КАК УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ УЧАЩИХСЯ

<b>Е.К. Титаева</b> , аспирант, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Н.Новгород	<b>E.K. Titaeva</b> , graduate student, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod
<b>Ключевые слова:</b> учебно-исследовательский проект по физике, рост кристаллов в геле, монокристалл	<b>Keywords:</b> education-research physics project, crystal growth in gel, monocrystal
В статье описана методика роста кристаллов в геле, которая может быть реализована в школьном кабинете физики и позволяет на простом оборудовании при комнатной температуре вырастить кристаллы размером до 3–4 мм в каждом измерении. Описанную методику можно положить в основу индивидуального учебно-исследовательского проекта школьника по росту кристаллов	This article describes a methodology for growing crystals in gel. It may be implemented in school physics laboratory and allow to growth 3-4mm crystals by means of simple equipment in normal temperature. Described methodology may be used as a base for particular pupil's education-research project in crystal growth
DOI 10.47639/0130-5522_2021_7_52	

Успехи наук, изучающих твердые тела, решающим образом зависят от наличия монокристаллов. Именно этим и объясняется тот факт, что на разработку методов их выращивания затрачивается много труда и стараний. Однако не каждый кристалл может быть выращен без использования сложного лабораторного оборудования [1].

В школьном кабинете физики процесс кристаллизации можно наблюдать на примере роста кристаллов тартратов в метасиликатном геле. Данная методика проста и наглядна. Она позволяет выращивать при комнатной температуре достаточно крупные кристаллы (размером до 3–4 мм в каждом измерении) для последующего их изучения.

Метод кристаллизации в гелях применяется для выращивания кристаллов веществ, которые плавятся с разложением, имеют низкую упругость паров или малую растворимость. Часто кристаллы выращи-

ваются в геле при комнатной температуре. Аппаратурная реализация процесса роста в геле наиболее проста по сравнению с другими методами, которые используются для получения кристаллов.

Для выращивания конкретного кристалла выбираются два хорошо растворимых вещества, одно из которых равномерно распределяется в геле на этапе его приготовления, а из другого готовится питающий раствор, который находится в контакте с гелем и препятствует его высыханию. Гель и питающий раствор готовятся на основе одного и того же растворителя. Оптимальные концентрации веществ в геле и растворе подбираются экспериментально. В процессе диффузии вещества из питающего раствора в объем геля и последующим контактом с веществом в геле протекает химическая реакция с образованием малорастворимого соединения в виде кристаллов [2].

В рамках подготовки к выполнению данной работы для учащихся будет полезным ответить на следующие вопросы.

1. Что такое гель?

Как влияют температура выращивания и концентрации компонентов в питающем растворе и геле на процесс кристаллизации?

2. Как будут изменяться размеры и количество образовавшихся в геле кристаллов по мере их удаления от границы раздела гель–питающий раствор вглубь геля и почему?

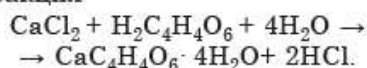
3. Какие факторы могут влиять на скорость и размеры растущих в геле кристаллов?

4. Мы предлагаем выращивать кристаллы тартрата кальция в I-образной вертикальной стеклянной трубке. Для получения этих кристаллов берется питающий раствор хлорида кальция и силикатный гель, содержащий винную кислоту.



Рис. 1. Схема выращивания кристаллов тартрата кальция в геле в I-образной вертикальной трубке (пробирке)

Ионы кальция диффундируют в объем геля, где происходит следующая химическая реакция



Для выращивания кристаллов тартрата кальция  $\text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  потребуются следующие реактивы: метасиликат натрия  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , винная кислота  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ , хлорид кальция  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и дистиллированная вода.

### Приготовление силикатного геля

1. Приготовить одну часть (по объему) водного раствора метасиликата натрия, смешав  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  с водой в пропорции 244 г  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  на 500 мл воды [1].

2. Три части одномолярного водного раствора  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$  залить в емкость (пробирку), в которой будет проводиться выращивание.

3. Смешать первый раствор со вторым в соотношении 1 : 3 (по объему), медленно добавляя раствор метасиликата натрия по каплям к раствору винной кислоты при непрерывном перемешивании. Это позволяет избежать больших локальных концентраций ионов, которые могут вызвать преждевременное гелеобразование. Желательно, чтобы температура смешиваемых растворов была не выше комнатной. Несоблюдение указанного порядка смешивания растворов, приводит к образованию желеобразных хлопьев, быстрому загустеванию раствора в пробирке и, как следствие, невозможности формирования однородного геля, пригодного для выращивания кристаллов.

4. Пробирку со смесью растворов плотно закрыть и выдержать до созревания (загустевания) геля при комнатной температуре около 5 суток. В процессе формирования геля необходимо избегать механических воздействий на пробирку (трясти, переворачивать и т.д.), чтобы не нарушить однородность геля.

Готовый гель представляет собой достаточно вязкую прозрачную желеобразную среду.

Для выращивания кристаллов тартрата кальция берется водный раствор хлорида кальция с концентрацией 1М, приготовленный с использованием  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (питающий раствор). Готовый питающий раствор



осторожно, по каплям, заливается вдоль стенки пробирки поверх геля так, чтобы не повредить его поверхность. Далее пробирка плотно закрывается крышкой и оставляется для образования кристаллов. Первые мелкие кристаллы тартрата кальция могут появиться вблизи границы раздела геля и питающего раствора через несколько часов, более крупные кристаллы в объеме геля вырастают в течении 5–10 суток (рис. 2).



Рис. 2. Выращенные кристаллы тартратов кальция

Результатом выполненной работы будет серия ограненных кристаллов тартратов кальция и краткий отчет, содержащий описание и выводы по проведенному мини-

исследованию и фотографии полученных кристаллов.

Настоящая работа может иметь продолжение, заключающееся в исследовании условий для выращивания кристаллов. Интересным будет изучение количества образовавшихся кристаллов в зависимости от молярности питающего раствора. Процесс образования кристаллов при комнатной температуре будет несколько отличаться от кристаллизации при повышенной или пониженной температуре. Для изучения габитуса кристаллов можно предложить заменить питающий раствор хлорида кальция на соединение стронция, например,  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

Изучение более сложных свойств, например, оптических может быть продолжено под руководством преподавателей кафедр естественнонаучных направлений вузов в рамках выполнения индивидуальных учебно-исследовательских работ учащихся [3].

#### Литература

1. Гениш Г. Выращивание кристаллов в гелях. — М., 1973. — 112 с.
2. Воронцов Д.А., Ким Е.Л., Титаева Е.К. Кристаллизация в геле: Практикум. — Н. Новгород, 2020. — 8 с.
3. Титаева Е.К. Рост кристаллов: методика реализации исследовательского проекта для школьников в системе дополнительного образования // Сб. ст. — Арзамас, 2020. — С. 217.

