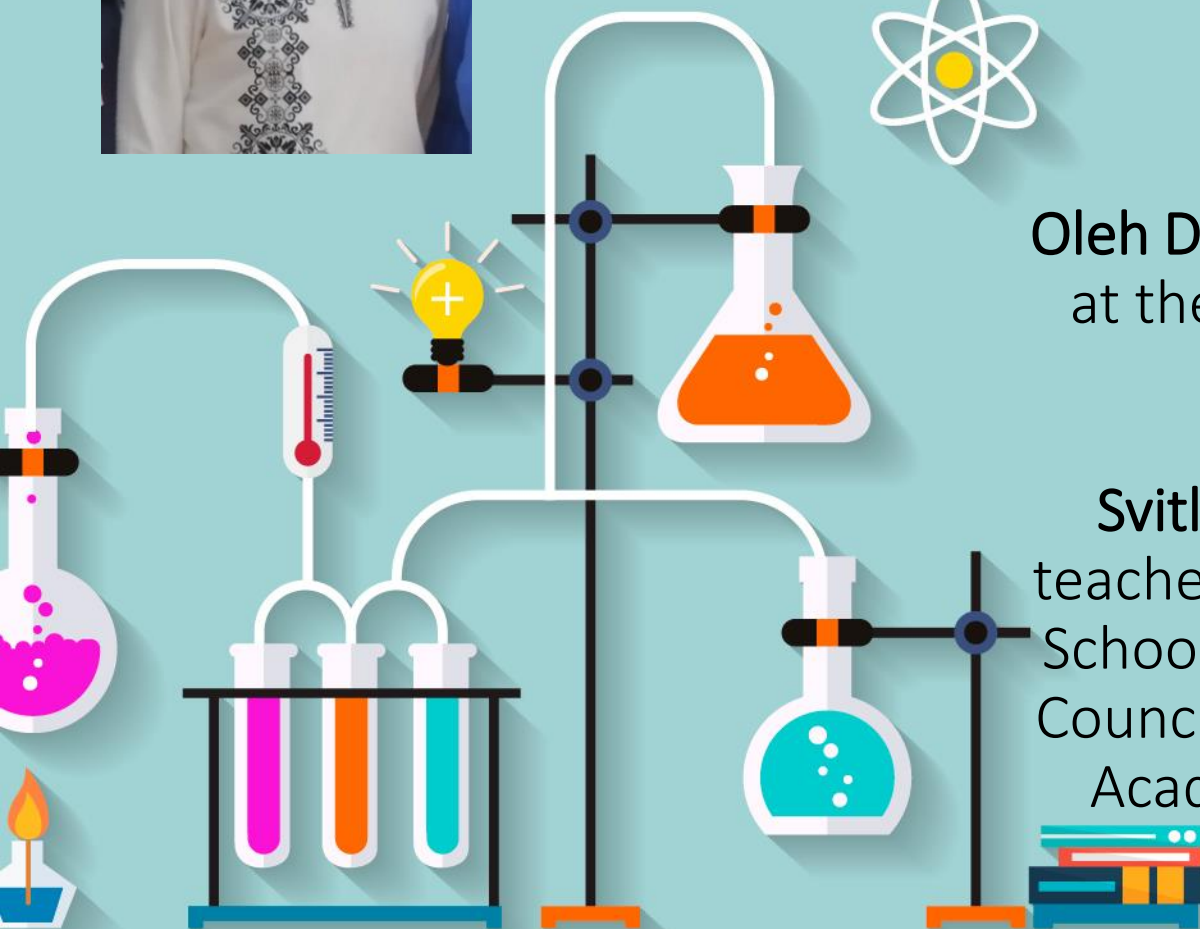


# CRYSTALLOGRAPHY In School



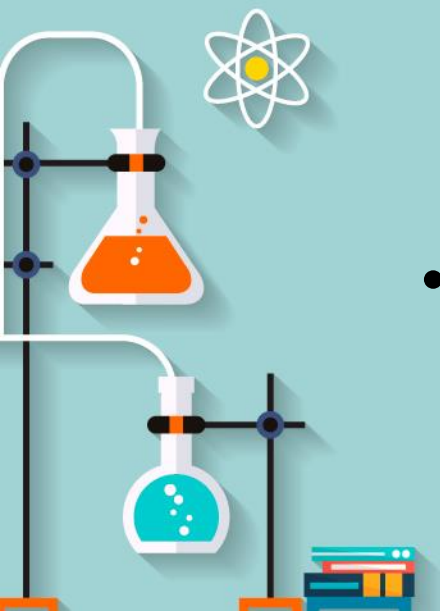
**Oleh Delenko** – Chemistry teacher  
at the T. Shevchenko Academic  
Lyceum of Sokal

**Svitlana Delenko** – Chemistry  
teacher at the Savchyn Secondary  
School of I-III grades of Sokal City  
Council and I. Bogachevsky Junior  
Academy of Sciences of Sokal



# Crystallography in the school program

- 7<sup>th</sup> grade: topic is “Substances with molecular and non-molecular structure”;
- 8<sup>th</sup> grade: topic is “Structure of matter and chemical bonding” (in particular, this topic contains “Crystal lattices and the dependence of the properties of substances on their type”);
- 11<sup>th</sup> grade: topic is “Crystalline and amorphous substances”



# Crystallography beyond the school program

- Competition of Young Researchers “Crystals”
- High school students defending their research projects carried out at the Faculty of Chemistry of the Ivan Franko National University of Lviv



# Competition of Young Researchers “Crystals” is the most interesting component of students' scientific and research activities, because the student:

1

reviews the material about crystals from different angles every year, because the topics change.

2

reads and analyzes a variety of literature



3

experimenting how to grow crystals by himself



4

observes various phenomena during an experiment

5

learns how to work with the results and makes conclusions



# Projects of middle school students



Ammonium dihydrogen orthophosphate



Copper(II) sulfate pentahydrate



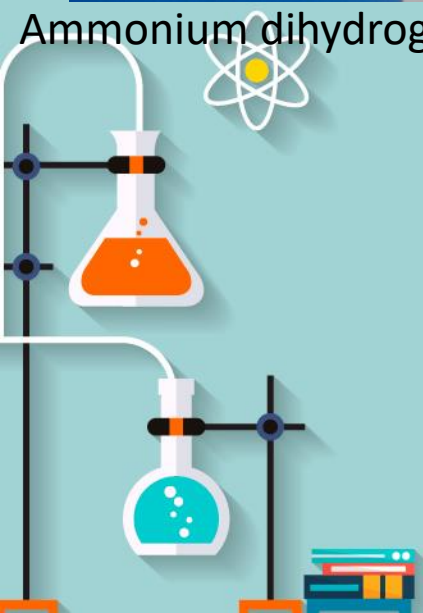
Copper crystals



Potassium aluminium sulfate dodecahydrate



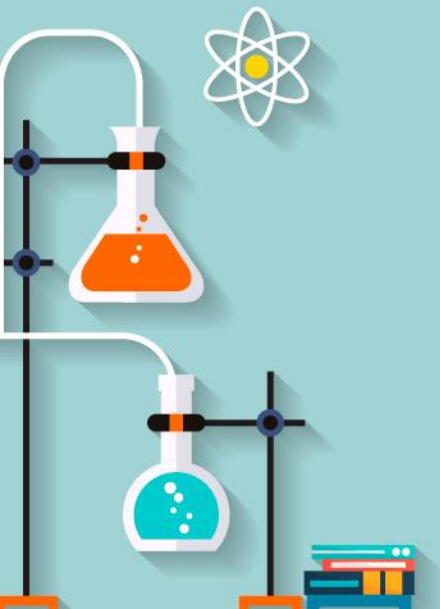
Ammonium dihydrogen orthophosphate



# 6<sup>th</sup> grade students' projects for the 2024 competition



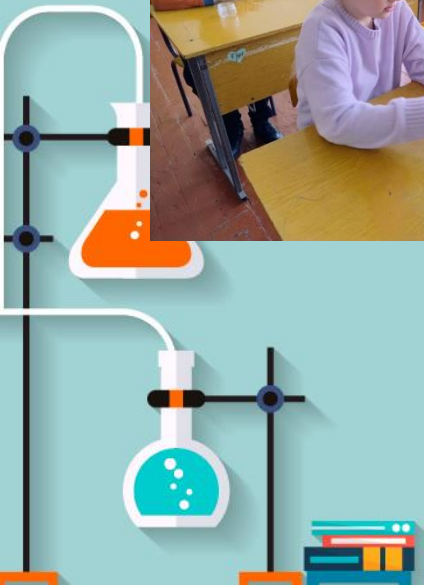
Copper(II) sulfate pentahydrate



# 4<sup>th</sup> grade students' projects for the 2025 competition



Potassium aluminium sulfate dodecahydrate



# High school students' group of the Competition of Young Researchers "Crystals"



Mykhailo Mykhailchuk and Taras Kravets, Secondary School of Savchyn



Awards to Vitaliy Slobodyanyk, T. Shevchenko Academic Lyceum of Sokal



Awarding of Mykhailo Tvorynsky, Secondary School of Savchyn



Mykhailo Mykhailchuk and Taras Kravets, Secondary School of Savchyn



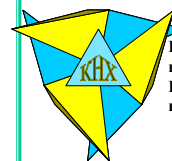
Dimitriy Zmarko with the jury members, T. Shevchenko Academic Lyceum of Sokal



# Victory in the Competition of Young Researchers “Crystals”



**Third place:**  
10<sup>th</sup> grade student of  
T. Shevchenko Academic  
Lyceum of Sokal  
**Bogdan Kuzyk** (project  
“Protective glass made of  
sapphire crystals”).



## Захисне скло з кристалів сапфіру

Кузык Богдан – учень 10 класу Сокальської санаторної школи І-ІІІ ступенів ім. Т.Шевченка  
Керівник: Деленко Олег – вчитель хімії вищої категорії, вчитель методист



### ВСТУП

Ми не уявляємо свого життя без смартфона, тому кожен задумується, як захистити його від подряпин, затертостей та тріщин. Найпопулярнішим засобом захисту екрану смартфона є використання додаткового захисного скла. Різноманітність типів захисного скла залежить від матеріалу з якого воно складається та його структури.

### Актуальність, мета та завдання роботи

Для створення ідеального скла для захисту нашого смартфона слід врахувати певні фактори: структуру, механічні та оптичні властивості матеріалу з якого воно виготовлене. Під впливом навантажень матеріали зазнають різних за видом деформацій, таких як розтяг, стиснення, згин, кручення чи зсув або їх сукупності. Тому дуже важливо з якого матеріалу виготовлене скло. В цьому **актуальність теми**.

**Мета і завдання:** довести, що сапфірове скло є сучасним матеріалом, достатньо міцне, пружне з високим показником заломлення світла, кращим із прозорості як для видимого світла, так і для ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання. Таблиця 1 [1]

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

Сапфір – прозорий, блакитний або синій різновид корунду (оксиду алюмінію  $Al_2O_3$ ). Він кристалізується у тригональній сингонії та утворює довгасті бочковидні кристали. За твердістю сапфір поступається лише алмазу, є чемпіоном із прозорості як для видимого світла, так і для ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання. Сюди можна ще додати цінні для фахівців високу теплопровідність за низьких температур і низькі діелектричні втрати.



Хоча сапфірове скло, поки що є найменш доступним серед інших представників, його вже виготовляють. Загалом його виготовляють з штучно вирощених кристалів у бочці, його нагрівають до 2200°C. Процес займає близько 16-17 днів, тому сапфірове скло таке дороге. Сапфір має міцність 9 за шкалою Мооса, тоді як, як захисне скло “Gorilla Glass” представлене в 2012 році компанією “Corning” (скло виготовляють у ванні з розплавленою сіллю при 400°C; іони калію створюють шар, який додає міцності) може витримувати подряпини від предметів з твердістю не вище 5 за шкалою Мооса. Що стосується гнучкості і міцності, тут ситуація зовсім інша.

Сапфірове скло скоріше розсиплеться, ніж зігнеться. “Gorilla Glass” є більш гнучким, тобто здатне витримати більш сильний тиск. Дослідницький центр компанії “Corning” запевняє, що сапфірове скло не зможе витримати навантаження навіть 73 кг, в той час як їхнє скло витримує 195 кг [2].

Таблиця 1. Механічні властивості та показники заломлення окремих речовин

Речовина	Відносна твердість (за шкалою Мооса)	Модуль Юнга, ГПа	Показник заломлення
Алмаз	10	900	2,402 – 2,465
Сапфір	9	345	1,762 – 1,778
Скло*	~ 6	~ 60	1,485 – 1,925

\*Усреднені приблизні показники, оскільки їхні значення залежать від складу скла



### ВИСНОВКИ

1. Порівнюючи вище наведені характеристики матеріалів, поки що, доводиться вибирати між стійкістю до подряпин і стійкістю до ударів. Більшість виробників сьогодні обирають меншу вартість, встановлюючи скло покрите іонами калію. Однак, якщо оптимізувати процес синтезу кристалів сапфіру, для виготовлення сапфірового захисного скла, то можна отримати продукт, якому не буде аналогів.
2. Вважаю, варто вибирати між ціною і якістю, але на користь якості. На сьогодні є безліч компаній, які виготовляють захисне скло. Однак більшість виробників прагнуть підвищити стійкість до ударів і падін, нехтуючи стійкістю до подряпин, що, на мою думку, є не менш важливою характеристикою захисного матеріалу.
3. Таким матеріалом міг би бути алмаз, він дуже міцний, має довершену стійкість по грані (111). Однак через високу вартість його не використовують для виготовлення захисного скла. Таблиця 1.

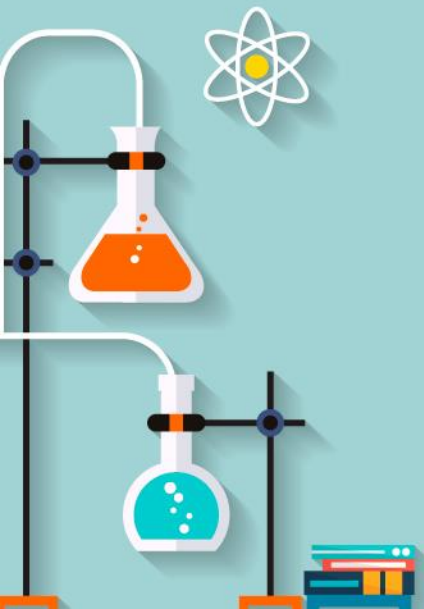
### Літературні джерела

1. В. С. Білецький Гірничий енциклопедичний словник, 2001-2004 р.р. том 3.
2. web-посилання: <https://cybercalm.org/>.

# Extracurricular education – defense of research projects at the Junior Academy of Sciences



The activities of the Junior Academy of Sciences contribute to the further development of students' scientific and research skills, as they involve a presentation and defense of their project among a larger and more professional audience. Writing projects requires a more complex experiment. Therefore, the best projects are carried out under the guidance of scientists from our Ivan Franko National University of Lviv.



# List of projects prepared at chemistry faculties or specialized laboratories and under the supervision of scientists:

- "Lithium-ion batteries", Sofia Kordas, supervisor Oksana Zelinska
- "Hf-Fe-Al system", Delenko Taras, supervisors Yaroslav Tokaychuk, Roman Gladyshevskii
- "Crystall-chemical design of materials for hydrogen batteries", Andriana Trokhymchuk, supervisor Khrystyna Miliyanchuk
- "Multicomponent perovskites as cathodes for lithium energy sources", Diana Shvets, supervisors Oksana Zarembo, Vasyl Kordan
- "Electrochemical lithiation of perovskite  $(\text{Sr,Pr})\text{CoO}_3$ ", Diana Shvets, supervisors Oksana Zarembo, Vasyl Kordan
- "Compound  $\text{GdNiGa}_{0.5}\text{Sn}_{0.5}$  as a potential hydrogen sorption material", Andriana Trokhymchuk, supervisor Khrystyna Miliyanchuk



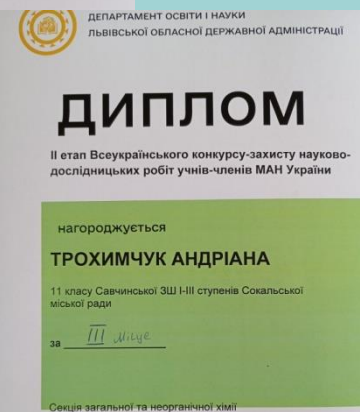
- These projects are quite challenging for students in regular schools, but they encourage students to further study chemistry and develop skills that go far beyond the school program.



Andriana Trokhymchuk



Diana Shvets

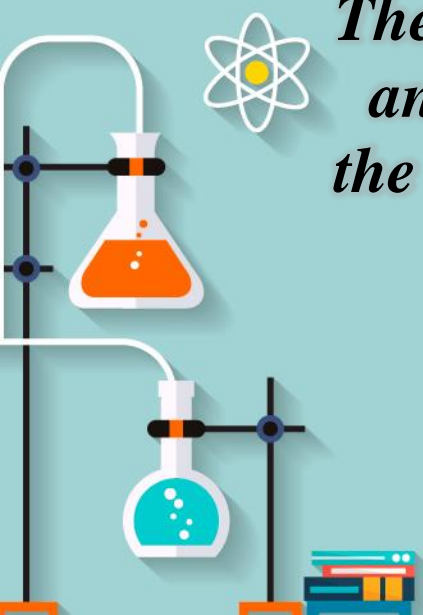


# Research activities continue after school



*High schoolers every year enter colleges, universities and institutes of the country, including medical institutions, choosing specialties related to chemistry.*

*They also work in laboratories and scientific institutions of the world, becoming scientists.*



*Thank you for  
your attention!*

