



Викторина для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Химия

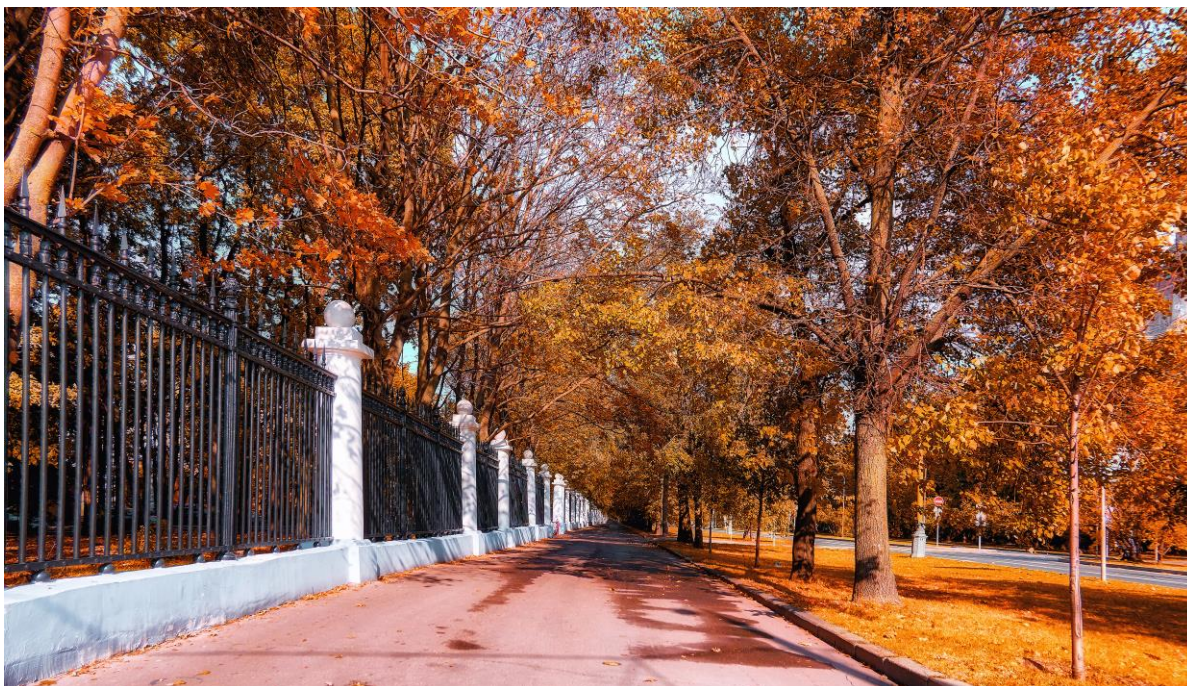
Специальный конкурс, позволяющий получить дополнительные баллы к основному конкурсу по комплексу предметов "физика, химия, математика, биология": 25% набранных по данному конкурсу баллов будут добавлены к баллам по комплексу предметов.

Баллы за каждый вопрос суммируются из двух частей – за правильный ответ на вопрос, который в каждом случае единственный, и за пояснения к нему (причем вторая часть гораздо важнее, она будет проверяться членами жюри для выставления оценки).

Вопросы повышенной сложности помечены фотографиями с тыквами.

Не спешите отвечать, подумайте, возможно, некоторые вопросы сложнее, чем кажутся на первый взгляд.





1. **Вопрос – «БЮРОКРАТИЧЕСКИЙ РАЗМЕР». (1 балл)**

По рекомендациям союза чистой и прикладной химии (IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry), нанообъектом можно считать то, что хотя бы по одному из измерений меньше 100 нм. При этом, очевидно, что эта рекомендация лишь дает ограничение на размер сверху, в то же время, нанообъекты – это обычно то, что больше типичной молекулы и представляет собой надмолекулярное образование. Поскольку средний размер распространенных молекул варьируется от 0.2 до 1 нм, то, если строго следовать этому определению, далеко не все, что маленькое, можно назвать нано. Будьте в данном случае формалистами (не слушайте, что говорят!), и сами **оцените (найдите) размеры объектов, приведенных ниже, и потом назовите единственный нанообъект, который там присутствует.**

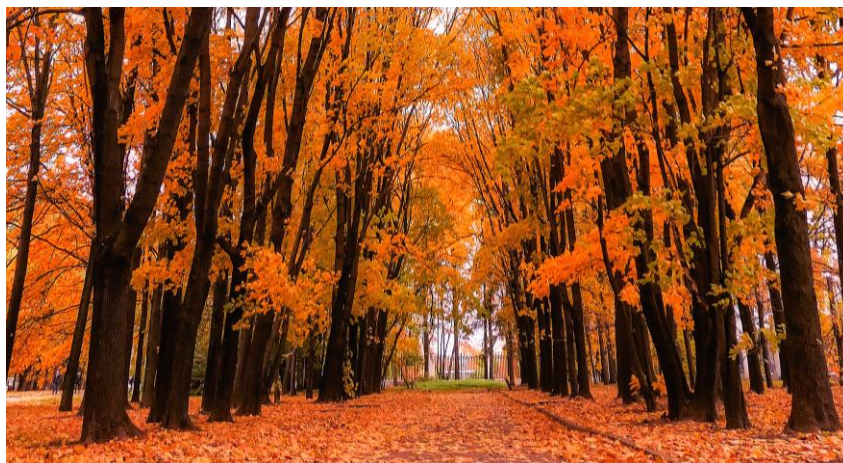
- фуллерен C₆₀
- альбумин
- водород H₂
- многослойная липосома
- капля тумана
- вирион вируса табачной мозаики



2. Вопрос – «МАТРЕШКА». (1 балл)

Обычно предполагают, что все «нано» – это то, что имеет размер по одному из измерений меньше 100 нм. Другая точка зрения заключается в том, что граница «нано» – это размер, при котором происходят какие-либо существенные изменения структуры или свойств вещества (материала). Так, самый твердый материал – алмаз – при уменьшении размеров частиц до 1 – 5 нм перестает быть обычным, кубическим, «объемным», а становится икосаэдрическим, это то, что точно можно называть «наноалмазом». Икосаэдрический наноалмаз имеет «луковичную» (кластерную) структуру, потому что состоит из нескольких вложенных одна в другую, как в матрешке, оболочек. Самое интересное, что из таких «кусочков» невозможно собрать обратно объемную структуру, потому что структура принципиально другая, имеет ось пятого порядка (как у пятиугольника) и, пристыковывая такие блоки один к другому, невозможно без пустот заполнить все трехмерное пространство. Как вы думаете, **почему происходит переход от кубического к икосаэдрическому алмазу при уменьшении размера?** Единственный верный ответ приведен ниже, Вам только нужно его выбрать.

- переход увеличивает поверхность системы, которая благоприятствует стабилизации, как и для других ультрадисперсных материалов
- переход уменьшает поверхностную энергию системы
- переход увеличивает количество свободных (оборванных) связей на поверхности
- переход увеличивает количество ковалентных связей между атомами углерода внутри наноалмаза и делает его существенно прочнее
- переход изменяет тип связи с ковалентной на ионную и тем самым увеличивает энергию связей



3. Вопрос – «НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ». (1 балл)

За последнее столетие наше Человечество совершило огромное количество выдающихся открытий, но некоторые из них занимают особое место и связаны с вечной мечтой – уметь работать с энергией, без которой не может существовать никакая цивилизация, особенно современная. Одно из самых эффективных устройств хранения электрической энергии, которую только Человечество и научилось хорошо использовать в своей жизни, – это литий-ионные аккумуляторы. Они настолько выросли в нашу повседневную жизнь, что мы не представляем без них своего существования. Поэтому совершенно неудивительно, что за эту эпохальную разработку американцам Джону Гуденафу, Стэнли Уиттингэму и японцу Акире Йошино в этом году присуждена самая престижная Нобелевская премия по химии. Стэнли Уиттингэм изобрел одно из первых веществ, дисульфид титана, который оказался отличным катодом для будущих литий-ионных аккумуляторов. К сожалению, оказалось, что металлический литий, который использовали в виде анода, делал такую батарейку взрывоопасной, но проблема была решена, когда Акира Йошино предложил использовать углеродные материалы, которые превратили опасную батарейку в безопасную. Наконец, величайший химик и кристаллограф современности Джон Гуденаф (97 лет), придумал и синтезировал правильный катодный материал, который сейчас находится в большинстве используемых нами аккумуляторов, – кобальтит лития, сложный слоистый оксид кобальта и лития. Это сделало современные аккумуляторы практически рекордсменами по мощности, емкости, напряжению и запасаемой в них энергии. К тому же, это очень легкие батарейки, потому что углерод легкий, да и сам литий настолько легкий металл, что он может плавать в воде, правда, при этом с ней, как любой щелочной металл, реагирует. **Почему использование углеродных материалов сделало аккумуляторы безопаснее?** Укажите самую правильную и наиболее существенную причину из тех, что перечислены ниже.

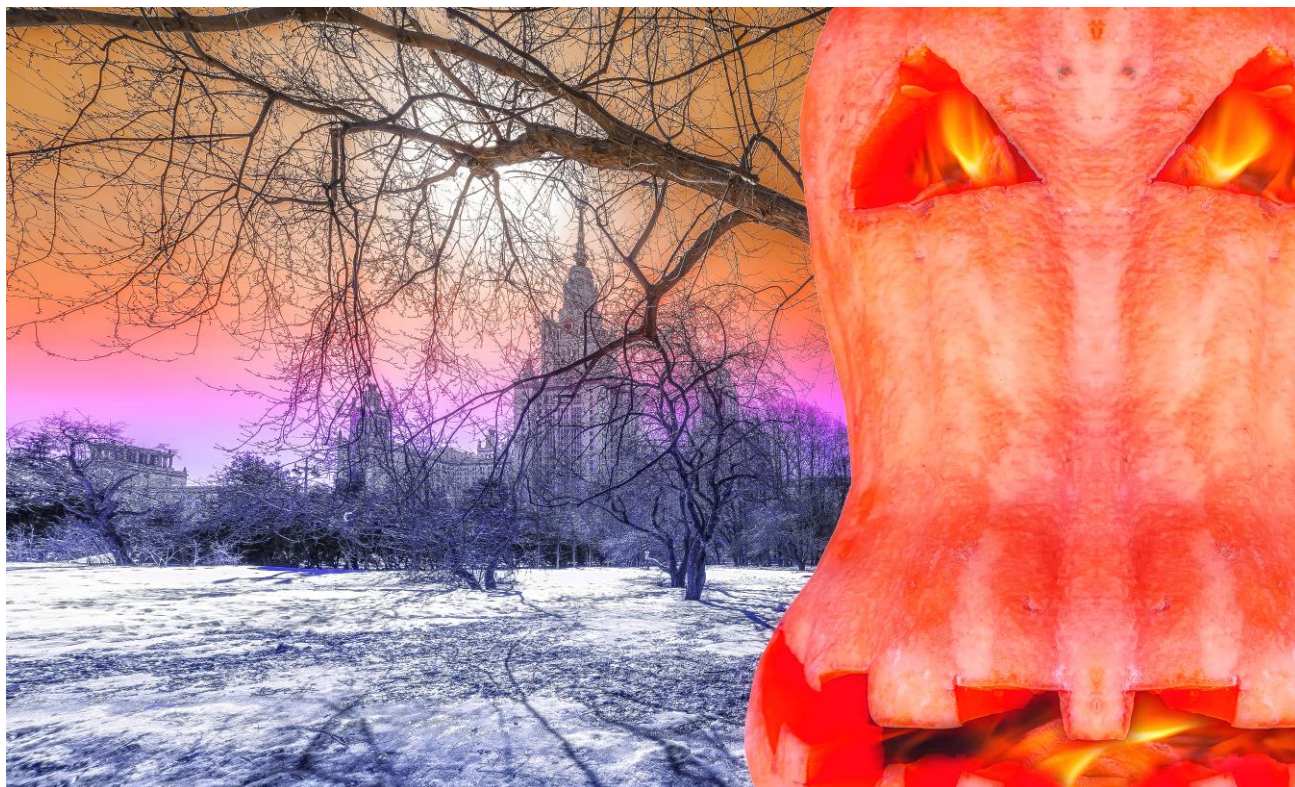
- гидрофобные углеродные материалы изолируют активные материалы аккумулятора от воды и воздуха
- без использования углеродных материалов у лития могут вырасти «усы»
- углеродные материалы в силу хорошей теплопроводности рассеивают тепло, накапливающееся при зарядке
- углеродные материалы легко отдают литий при зарядке и самопроизвольно включают его в свой состав при разрядке аккумулятора
- углеродные материалы катализируют электрохимическое разложение лития



4. **Вопрос – «КИРПИЧ КАК НАНОМАТЕРИАЛ». (4 балла)**

Любое вещество имеет наноуровень структуры (если только это не инертный газ, да и то не факт...). Считается, что если изменение этого уровня (наноуровня) приводит к существенному улучшению практически важных (целевых) свойств всего материала в целом, то его можно называть и считать наноматериалом, даже если это очень плотное вещество, которое не состоит из наночастиц как таковых. Например, в области сверхпроводимости, за которую в сумме присуждено около 5 – 6 Нобелевских премий, разработаны способы получения «кирпичей» (массой около килограмма каждый) купратного высокотемпературного сверхпроводника $\text{NdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ путем медленной кристаллизации высокотемпературных (выше 1200 °C) расплавов. При этом получают очень плотную (до 95% плотности от теоретической) крупнокристаллическую керамику, которую, казалось бы, сложно даже близко назвать наноматериалом. В то же время, последующий отжиг такой керамики в области средних температур (500 – 700 °C) и окисление в кислороде приводит к формированию несовершенств структуры, которые позволяют захватывать проникающий в сверхпроводник (второго рода) магнитный поток в виде так называемых вихрей Абрикосова, припиливать (пиннинговать) их и обеспечивать рекордные характеристики – магнитную левитацию транспорта, прохождение тока в сотни тысяч ампер (на квадратный сантиметр) без потерь на электрическое сопротивление. **Какой дефект из перечисленных ниже делает, по определению, такой сверхпроводник наноматериалом, обеспечивая рекордные функциональные характеристики путем модификации наноуровня крупнокристаллической керамики?**

- одиночная вакансия кислорода в кристаллической решетке
- микротрещина в псевдомонокристаллической области
- остатки расплава на границах зерен керамики
- флуктуации состава
- кристаллографическая разориентация зерен керамики



5. **Вопрос – «СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ». (4 балла)**

В последние пять лет очень активно развивается направление, связанное с созданием солнечных батарей нового поколения с использованием уникальных светопоглощающих слоев на основе гибридных органо-неорганических перовскитов с общей формулой ABX_3 , где А – большой катион (обычно «органический» катион метиламмония), В – катион поменьше (обычно свинец(II)) в октаэдрическом окружении анионов (обычно иодид-ион). Октаэдры BX_6 , соединяясь лишь вершинами, образуют трехмерный каркас, в пустотах которого как раз и находятся большие катионы А. Обычно такая структура стабильна, если она геометрически соразмерна по критерию толерантности Гольдшмидта, сравнивающего радиусы А, В и X. Получают такие материалы в виде тонкопленочных гетероструктур – своеобразного сэндвича из очень тонких слоев, каждый из которых играет свою особую роль в прямом превращении солнечной энергии в электрическую. Эффективность превращения энергии достигает для этих материалов очень высоких значений до 24%. Если В – свинец (один из самых тяжелых металлов с крупным по размеру катионом) и X – иод (один из самых тяжелых и крупных по размеру анионов неметаллов), то **чем можно заменить из ниже перечисленного «органический» катион А**, который создает много проблем – делает такой перовскит менее термически стабильным из-за разложения самого органического катиона, повышает его стоимость и сложность производства?

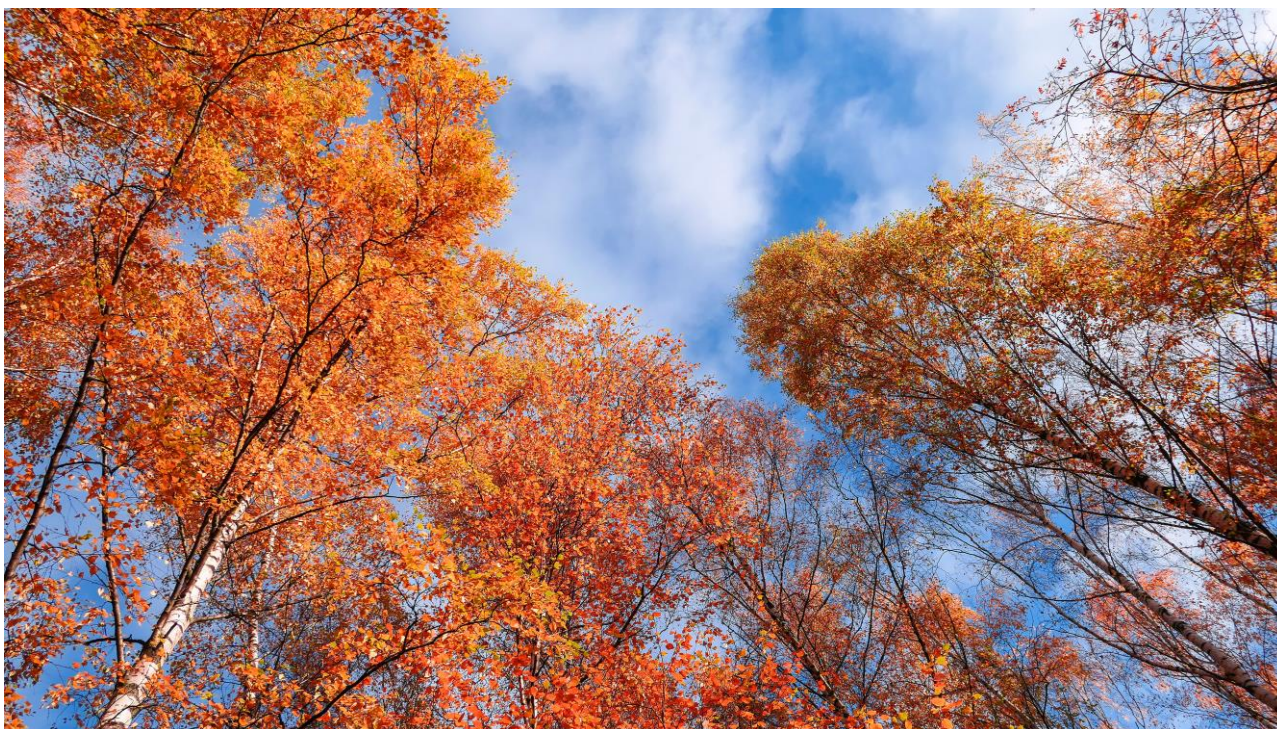
- катион лития
- катион бария
- катион титана (IV)
- катион рубидия
- ничто из выше перечисленного



6. Вопрос – «ХИРАЛЬНОСТЬ». (1 балл)

В наном мире, как в органической химии, науках о жизни, фармацевтике, физике, кристаллохимии, часто большую роль играет особое свойство – хиральность, когда изображение не может быть совмещено само с собой, а лишь со своим зеркальным отражением. **Какой единственный объект ниже не будет проявлять на практике хиральность?**

- винтообразные раковины садовых улиток
- человеческие руки
- D- и L-ряды фармацевтических препаратов
- одностенные углеродные нанотрубки
- многостенные углеродные нанотрубки



7. Вопрос – «НЕОРГАНИЧЕСКИЙ НЕМАТИК». (1 балл)

Оксид ванадия (V) – уникальное вещество, которое известно в школе как катализатор получения серной кислоты, но этим далеко не ограничивается его роль. Он может выступать в качестве строительных слоев для получения неорганических нанотрубок, аэрогелей, материалов катода для химических источников тока, матрицы для создания полифункциональных органо-неорганических материалов. Из него также получают ксерогели – высушенные без повышения температуры («на воздухе») гели со слоистой структурой, формирующейся за счет удаления растворителя из коллоидного раствора. В этом плане оксид ванадия (V) – один из немногих неорганических оксидов, который формирует в растворе жидкокристаллическую фазу типа «нематик» из длинных взаимно ориентированных лент (нитей, нанолент), распределенных в объеме растворителя (обычно водного раствора). Как вы думаете, за счет какого явления или процесса формируются такие сконденсировавшиеся из полиэдров ванадий – кислород длинные наноленты?

- формирование сопряженных (кратных) связей ванадий – ванадий
- электростатическое взаимодействие катионов ванадия, окруженных сольватной оболочкой
- диполь – дипольное взаимодействие наночастиц металлического ванадия с «шубой» из гидроксид-ионов
- вандерваальсова самосборка наночастиц оксида ванадия (V)
- оляция и оксоляция



8. Вопрос – «ЧИСТЮЛИ». (1 балл)

В чем принципиальное сходство мыла, липосом и мицеллярной воды?

- отсутствие щелочной среды при растворении в воде
- наличие молекул кислорода
- наличие ПАВ
- наличие углеводов
- наличие жирных кислот



9. Вопрос – «БЕЗ СВЯЗИ». (1 балл)

Как считается, катенаны и ротаксаны – молекулы «без химической связи», за создание и исследование которых была присуждена недавняя Нобелевская премия и которые могут быть интересны для создания переключаемых, триггерных сред, то есть систем «молекулярной электроники» с новыми принципами записи и обработки информации. Но если в этих молекулах «нет» химической связи, то **какая тогда валентность углерода, который входит в состав таких молекул?**

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4



10. Вопрос – «ЗОЛОТО ОСЕНИ». (1 балл)

Желтые, оранжевые, красные листья чудесной осени, специфический окрас тыкв праздника Хеллоуин, элементы молекулярной электроники и искусственные фотособирующие системы связаны с одним и тем же типом веществ, который указан ниже. **Что это за тип?**

- гематопорфирины
- каротиноиды
- гемоцианины
- мускаруфин
- охра

Всего – 16 баллов