



**1. Правильный ответ: вирион вируса табачной мозаики.**

Фуллерен имеет диаметр 0.7 нм, это молекула, белок альбумин имеет размер 4 микрона, водород имеет размер молекулы 0.23 нм, капли тумана имеют диаметры в единицы микрон, многослойные липосомы также часто имеют микронный размер, и лишь вирус табачной мозаики – это палочка длиной примерно 300 нм и диаметром около 20 нм, то есть нанообъект по определению IUPAC.

**2. Правильный ответ: переход уменьшает поверхностную энергию системы.**

Появление замкнутых плоских оболочек при уменьшении размера наноалмаза означает, что четыре ковалентные связи, которые имелись в объемном алмазе ( $sp^3$ -гибридизация) превращаются в три плоские связи углерод – углерод, примерно как в стабильном графите ( $sp^2$ -гибридизация), одновременно изменяются силы взаимодействия между оболочками (становятся слабее, в графите они считаются вандер-ваальсовыми между слоями) и электронная структура (появляются делокализованные электроны). Фактически, многие «луковичные», икосаэдрические наноалмазы представляют собой алмазоподобное ядро, «завернутое» в фуллереноподобные структуры, что устраняет крайне невыгодные «оборванные» связи на поверхности структуры и тем самым уменьшает поверхностную энергию системы.

3. **Правильный ответ: без использования углеродных материалов у лития могут вырасти «усы».**

Использование металлического лития приводит часто к росту его нитевидных кристаллов («усов») при зарядке аккумулятора, что может привести к короткому замыканию, взрыву и пожару, однако это явление в существенной мере подавляется, если литий не осаждается при зарядке, как металл, а входит в структуру (интеркалируется) в углеродный материал.

4. **Правильный ответ: флуктуации состава.**

При термообработке в области средних температур ионы неодима и бария так распределяются по зернам (псевдомонокристаллическим областям) керамики, что возникают нанофлуктуации состава размером 5 – 10 нм. В пространственной области флуктуаций, в которых кристаллическая решетка самопроизвольно (за счет расслаивания твердого раствора) обогащается неодимом, сверхпроводящие свойства подавляются в магнитном поле (поля около 1 Тесла). Такие области становятся несверхпроводящими и выступают в роли тех самых дефектов, несовершенств структуры, которые эффективно припиливают вихри Абрикосова и обеспечивают бездиссипативный перенос тока через сверхпроводник. Трещины, разориентация и непроводящие прослойки расплава могут только мешать протеканию тока между зернами, а одиночные вакансии – атомарные (точечные) дефекты, а не наноуровень структуры.

5. **Правильный ответ: ничто из выше перечисленного.**

К сожалению, ничем неорганическим пока что такой катион заменить нельзя, потому что все перечисленные выше ионы либо не подходят по типу к замещению в позиции А – катиона, либо (все!) существенно меньше по своему радиусу, чем катион метиламмония, который как раз соответствует по своему размеру требуемому по критерию толерантности Гольдшмидта (то есть остальные катионы маленькие и дестабилизируют структуру). Даже  $\text{Cs}^+$ , самый крупный чисто неорганический катион, мал для такой структуры.

6. **Правильный ответ: многостенные углеродные нанотрубки.**

Многостенные углеродные нанотрубки состоят из отдельных тубуленов, возможно, со своей хиральной сверткой графеновых слоев, вложенных друг в друга, поэтому их совокупность обычно совершенно стохастична и неизвестны примеры, когда у них была бы определенная «хиральность», фактически для такого объекта сам термин сложно применить.

7. **Правильный ответ: оляция и оксоляция.**

Рост лент происходит при подкислении раствора и поликонденсации простейших анионов метаванадата в изополианионы и далее, через образование оловых, а затем оксоловых мостиков (после отщепления воды) в длинные цепи и наноленты, «плавающие в растворе» и формирующие нематик-анизотропную жидкость (или жидкий кристалл), содержащую «нити» с хорошим ориентационным порядком (они

параллельны друг другу) и достаточно произвольным позиционным порядком (центры масс нанолент не упорядочены друг относительно друга).

**8. Правильный ответ: наличие ПАВ.**

Если мыть руки с мылом, то частички жира и грязи заключаются в мицеллы – «коробочки» из молекул с «жирным» хвостом (чаще всего, алифатическим), который не любит воду (точнее, водородная сетка молекул воды не любит, чтобы эти хвосты ее рвали) и «полярной» головой, которая как раз обожает встраиваться в водородную сетку воды. Такие молекулы называются амфифильными, поверхностно-активными веществами (ПАВ), например, стеарат, олеат, додецилсульфат, лаурат натрия. Последнее происходит от того, что они любят располагаться на поверхности, сглаживая те искажения, которые чужеродные тела (капли жира или грязи) вносят в структуру воды (растворителя). В результате жир окутывается жирными хвостами ПАВ, которые торчат внутрь, поскольку их природа, как и жира, «неполярная», а снаружи оказываются полярные части ПАВ (карбоксигруппы солей жирных кислот, например, для ионногенных ПАВ). Они делают такие мицеллы аффинными (повышают сродство) к воде, и жир с рук переходит в воду. Мицеллярная вода – это стабильный раствор мицелл из ПАВ, которые по природе мало чем отличаются от «пустых» мицелл, формирующихся при использовании обычного мыла, а липосомы – это искусственно созданные микро- и наноконтейнеры, напоминающие одностенные или многостенные, часто довольно сложной структуры, мицеллы, используемые в косметике, разрабатываемые для доставки лекарств и прочее. Объединяет все эти объекты аббревиатура ПАВ – поверхностно-активных веществ. Для мицеллярной воды и липосом совсем необязательно использовать производные жирных кислот, существуют и другие варианты. Собственно, и современное мыло – это тоже поверхностно-активные вещества, но не обязательно только классические и ионногенные.

**9. Правильный ответ: 4.**

Разумеется, валентность углерода остается равной 4, потому что именно он формирует части молекул катенанов (вдетых друг в друга колец) и ротаксанов (кольцо на стержне со стопорами), между которыми нет прочной ковалентной и других сильных типов связей, хотя ван-дер-ваальсовы взаимодействия никто не исключал. Внутри частей этих типов молекул – нормальная, прочная ковалентная связь. Так что термин «соединения без химической связи» не совсем корректно применим к этим элементам типа «молекулярных машин».

**10. Правильный ответ: каротиноиды.**

Этот класс – каротиноиды, природные органические пигменты, тетратерпены и тетратерпеноиды, продукты химических превращений каротина (ликопина). Поскольку они содержат сопряженные связи и достаточно хорошо умеют поглощать свет, то их уже давно пытаются использовать искусственно при создании устройств молекулярной электроники и фотособирающих систем.