

Химия – школьники. Задача 11* «Наноконструктор из ДНК» (повышенной сложности).

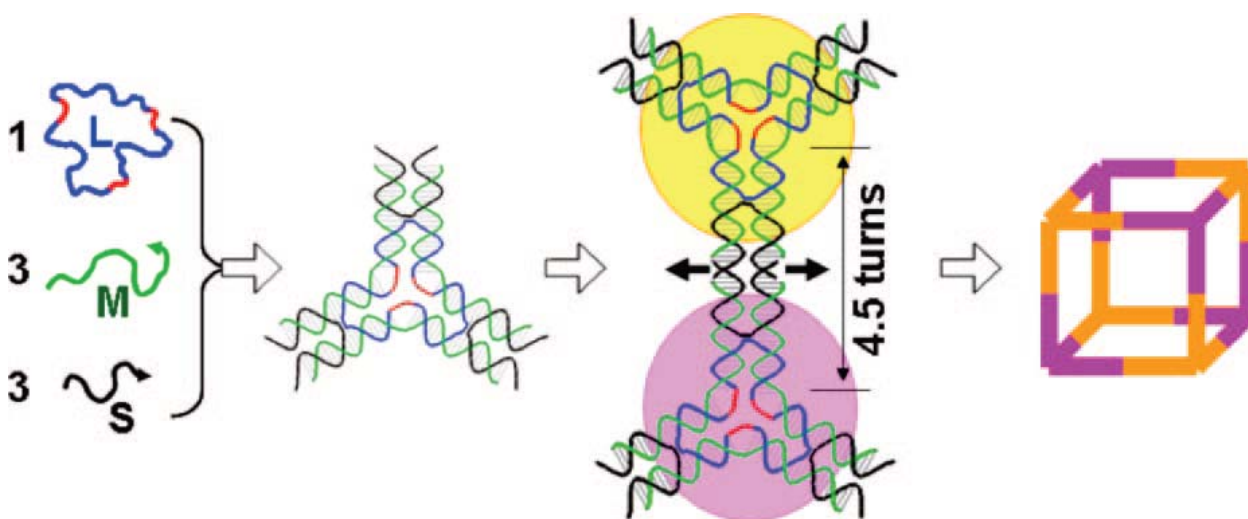
Условие:

Узнавание комплементарными цепями ДНК друг друга позволяет создавать различные трехмерные конструкции в нанометровом диапазоне. Для получения таких конструкций сначала синтезируются олигонуклеотиды, которые потом, при смешивании в растворе, сами собираются в трехмерную структуру заданной архитектуры.

Самосборка (англ. **Self-assembly**) - это термин для описания процессов, в результате которых неорганизованные системы благодаря специфическому, местному взаимодействию компонентов систем, приходят к упорядоченному состоянию.

Вопрос 1.

Каковы физико-химические причины процессов самосборки? (2 балла)



В одном из университетов штата Индиана был придуман кубик из нескольких цепей ДНК.

Нуклеотидная последовательность центрального элемента **L**, обозначенного синим с красными неспаренными участками (петли длиной 5 нуклеотидов):

5'-Agg CAC CAT CgT Agg TTT TTCT TgC CAg gCA CCA TCg TAg GTT TTT CTT gCC Agg CAC CAT CgT Agg TTT TTC TTg CC -3';

Нуклеотидная последовательность цепи **M**, обозначенной зеленым цветом:

5'-ACT ATg CAA CCT gCC Tgg CAA gCC TAC gAT ggA CAC ggT AAC g -3';

Нуклеотидная последовательность цепи **S**, обозначенной черным цветом:

5'-CgC gCg TTA CCg TgT ggT TgC ATA gTC ATg -3'.

Вопрос 2.

Каково должно быть молярное отношение цепей L:M:S, чтобы они образовали куб? (1 балл)

Вопрос 3.

Определите и обозначьте участки цепей **M** и **S**, которые образуют двойную спираль. Примите во внимание, что во взаимодействиях принимают участие только классические

Уотсон-Криковские пары. Сколько оснований цепи S участвуют в образовании двойной спирали? (4 балла)

Вопрос 4.

Рассчитайте суммарную энергию образования этих двуспиральных участков, если известно, что изменение свободной энергии при образовании пары оснований составляет 1,8 ккал/моль? Какова величина силы в Ньютонах, которую необходимо затратить для расплетания (разделения на отдельные цепи) этих двуспиральных участков? Примите, что длина одного основания составляет 0,33 нм. (3 балла)

Вопрос 5.

Рассчитайте длину ребра этого куба, предполагая, что ДНК находится в стандартной В-конформации, то есть ее диаметр составляет в среднем 2 нм, а на одну пару оснований приходится 0,33 нм и в один оборот спирали входит 10 пар нуклеотидов. (2 балла)

Вопрос 6. Какой будет гидродинамический радиус куба, измеренный методом DLS (этот метод позволяет измерять радиус частиц, считая их сферическими)? (2 балла)

Вопрос 7. Посчитайте изменение расстояния между концами цепи M, которое произошло при образовании наноконструкции из полностью вытянутого олигонуклеотида, если в одноцепочечной ДНК на один нуклеотид приходится 0,43 нм. (2 балла)

Вопрос 8. Предложите другие пространственные фигуры, которые можно сложить из ДНК-наноконструктора. (2 балла)

Методические замечания:

1. Задача решается в рамках знаний школьной программы и в рамках здравого смысла
2. Если Вам незнакомы какие – либо термины, Вы можете спросить об этом преподавателей в специальном разделе форума <http://www.nanometer.ru/forum/viewforum.php?f=19> или найти ответ самостоятельно (в том числе изучив доступные Вам Лекции на сайте Олимпиады <http://www.nanometer.ru/lectures.html?UP=156195>)
3. Решение оформляется и отсылается только в электронном виде, как описано в инструкциях к работе с задачами и решениями заочного теоретического тура, приведенных в разделе «Олимпиада» http://www.nanometer.ru/olymp2_o4.html
4. Подписывать решения не надо, Ваша фамилия, имя и отчество будут зашифрованы при проверке, идентификация для системы проверки производится по логину и паролю, который Вы вводите при входе на сайт Олимпиады www.nanometer.ru в качестве участника (этот пароль Вы задавали при регистрации и заполнении анкеты участника).