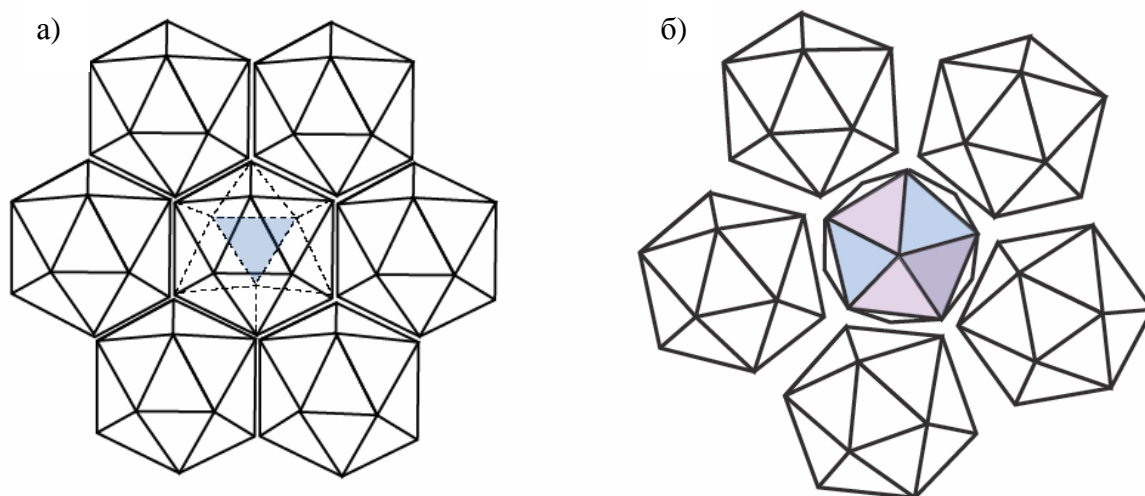


В результате сорбции на слюду и под действием силы со стороны зонда АСМ вирус выглядит немного ниже 30 нм. Поэтому, все три частицы ниже 30 нм. При этом, изолированно лежащие частицы деформируются сильнее, чем те, которые лежат группами. Одиночная частица 1 ниже, чем 2 и 3, лежащие в группах.

Рассмотрим подробнее ситуацию с 2 и 3 частицами. Вирус Менго представляет собой икосаэдр. Разумеется, АСМ не позволяет визуализировать форму изолированной частицы: такие частицы выглядят на изображении скорее как шарики. Но, когда частицы агрегируют на поверхности слюды, сформированная ими пленка, как и сами частицы, имеет определенную симметрию. Как правило, при сорбции на слюду вирус ложится на ее поверхность одной из двадцати граней. При этом его проекция на плоскость представляет собой шестиугольник, и вплотную с ним могут расположиться шесть частиц (см. Рисунок).



Варианты расположения вирусных частиц на плоскости.

Именно так расположена частица 2. Если же икосаэдр касается подложки одной из вершин, то в проекции получается пятиугольник (см. рисунок) как в случае с частицей 3. Подсчитаем, какая должна быть разница в высоте таких частиц.

Радиус сферы, вписанной в икосаэдр со стороной a :

$$r = \frac{1}{4\sqrt{3}}(3 + \sqrt{5})a$$

Радиус сферы, описанной вокруг икосаэдра со стороной a :

$$R = \frac{1}{4}\sqrt{2(5 + \sqrt{5})}a$$

Разница между ними оказывается сравнительно велика: $\Delta = \frac{R-r}{(R-r)/2} \approx 0,24$ и должна быть хорошо заметна на АСМ-изображениях.

Можно взглянуть на эти три частицы иначе. Если вирусная частица лежит, опираясь на ребро, то ее проекция на плоскость так же представляет собой шестиугольник. В этом случае можно считать, что одиночная частица 1 лежит на грани, частица 2 на ребре, а 3 — на вершине.

Ответ на первый вопрос задачи должен содержать три основные идеи. Во-первых, вирус, по понятным причинам, не должен быть слишком большим, а нагромождение произвольного количества одинаковых белков может приводить к созданию неожиданно крупных оболочек. Во-вторых, образование замкнутой оболочки из определенного числа

белков должно быть энергетически выгодно, то есть должно реализовывать минимум энергии. Значит, нельзя допустить, чтобы одинаковые белки оказались в разных внешних условиях: при этом у одних энергия будет минимальна, зато другие будут иметь большую энергию связей. Чтобы одинаковые субъединицы были химически эквивалентны, нужна их эквивалентность в пространстве, то есть симметрия.