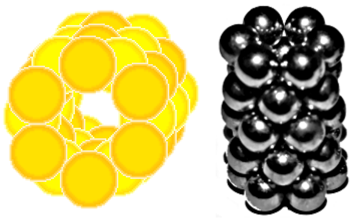
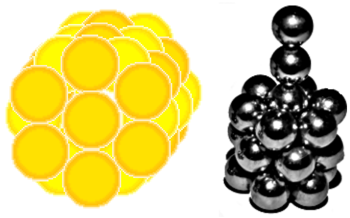
2. Медная трубка *(3 балла)*



а)



б)

Укладывая друг на друга кольца из шести атомов меди так, как показано на рисунке а, можно получить медную нанотрубку.

1. *Каков диаметр этой трубки, если радиус атома меди равен 0,128 нм?* ***(1 балл)***

Внутрь такой трубки помещается цепочка из соприкасающихся атомов меди, так, что первый атом цепочки касается всех шести атомов первого слоя трубки (рис. б).

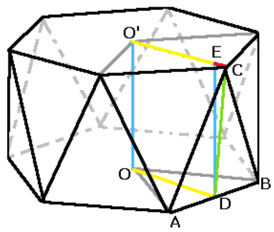
2. *Определите, в каком еще (по счету от начала) слое трубки все шесть атомов будут касаться атома из цепочки? Ответ подтвердите расчетом. (**2 балла**)*

Ответ:

Обозначим радиус атома меди **a**.

1. Диаметр трубки равен 6**a** = 6*0,128 = 0,768 нм, что соответствует большой диагонали шестиугольника (2*2**a**) плюс два радиуса атома меди (рис. а) или трем диаметрам атома меди (рис. б).

2. 1) Если мы поместим в центр трубки, полученной последовательным наложением шестиугольников из атомов меди, еще один атом, то он будет касаться первого слоя атомов на высоте **a**. Расстояние между центрами таких атомов, объединенных в плотно касающуюся цепочку, составит 2**a**.



2) Вертикальное расстояние между соседними слоями атомов меди в трубке будет равно высоте **H** = **OO'** = **ED** шестиугольной антипризмы, вершины которой совпадают с центрами атомов меди, а ребра равны расстоянию межу центрами касающихся шаров **AB** = **AC** = **BC** = **O'C** = 2**a**.

Рассмотрим Δ**CDE**. **DC** = **OD** = **EO'** = **h**, $h = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2a = a\sqrt{3}$ - высота правильного треугольника со стороной 2**a**. **CE** = **O'C** – **EO'** = $2a - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2a = a\left(2 - \sqrt{3}\right) = b$.

$$H = \sqrt{h^2 - b^2} = \sqrt{3a^2 - a^2\left(2 - \sqrt{3}\right)^2} = 2a\sqrt{\sqrt{3} - 1}$$

3) Очевидно, что расстояние между слоями в трубке $2a\sqrt{\sqrt{3} - 1}$ не имеет целочисленного общего кратного с расстоянием между атомами в центральной цепочке 2**a**, следовательно, касание невозможно нигде, кроме первого слоя.