

Наноалмазы.

Наноалмазы – углеродный материал, состоящий из частиц алмаза с характерным размером 6 нм. Частицы считаются сферическими, и характерный размер – это диаметр.

1) А как делают наноалмазы на практике? Прокомментируйте возможность использования следующих методов:

а) дробление ювелирного алмаза; б) восстановление CO_2 на катализаторе при комнатной температуре; в) взрыв углеродосодержащих веществ; г) обработка углеродной сажи высоким давлением (10^4 бар) при температуре жидкого азота.

Ответ начните со слов «да» или «нет», таким образом, обозначьте свое отношение к возможности использования метода, а затем объясните свою точку зрения – на это вам дается не более 10 слов. (2 балла за полный ответ в каждом пункте, всего – 8 баллов).

Наноалмазы постепенно входят в нашу жизнь. Перед вами продукт массового производства: грифели для карандашей компании Митсубиси, содержащие наноалмазы. Каждый грифель содержит 4 миллиарда наноалмазов.



2) Грифель с добавками наноалмаза – это композиционный материал или композит. На примере нашего грифеля объясните, чем композит отличается от химического соединения? В ответе должно быть не более двух предложений. (2 очка).

3) Какой недостаток грифеля исправляется за счет добавки наноалмазов? (Ответьте одним словом!). (1 очко)

4) Глядя на коробку, оцените среднее расстояние между центрами частиц наноалмаза в грифеле. (5 очков).

5) Сколько наноалмазов находится в слове «алмаз», если длина линии, изображающей это слово, составляет 15 см при ширине 0.25 мм? Если грифель использовать полностью, минимальная длина линии той же толщины, что и в слове «алмаз», составит 6 км. (5 очков).

Решение.

(Автор – М.В.Коробов)

(1) а) Нет, можно, но слишком дорого. (б) Нет, получится графит, а не алмаз. (в) Да, при взрыве устанавливаются высокие температуры и давления, нужные для возникновения алмаза. г) Нет, образуется графит, температура синтеза – низкая.

(2) Грифель состоит из графита и алмаза, не связанных химическими связями. При образовании химического соединения обязательно возникают новые химические связи.

(3) Ломкость.

(4) На коробке внизу есть размеры грифеля. Разумно принять, что 0.5 мм – это диаметр грифеля (для радиуса тонкого грифеля это слишком много), 60 мм – его длина. Объем одного грифеля составляет.

$$V = \pi r^2 L = \pi \times (0.25)^2 \times 60 = 11.78 \text{ mm}^3 = 11.78 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

На один наноалмаз приходится объем

$$v = 11.78 \times 10^{-9} \text{ m}^3 : 4 : 10^9 = 2.9 \times 10^{-18} \text{ m}^3$$

Положим, что наноалмазы находятся в центре кубов объема v . Расстояние между центрами соседних алмазов составит

$$r = \sqrt[3]{2.9 \times 10^{-6}} = 1.4 \times 10^{-6} \text{ m}$$

(5) Нам необходимо определить объем линии в слове «алмаз». Длина $l=15$ см и ширина линии $w=0,25$ мм нам известны. Остается определить толщину. По условию задачи, грифель способен прочертить линию длиной в 6 км. Причем, эта длина названа минимальной. Поскольку толщина линии h фиксирована (она такая же, как в слове «алмаз») минимальная длина $L = 6$ км соответствует максимальной ширине линии. Эта максимальная ширина соответствует диаметру не заточенного грифеля, $d=0.5$ мм. Следовательно, мы можем определить h

$$h \times d \times L = 0.5 \times 10^{-3} \times 6 \times 10^3 \times h = V_{\text{гриф}} = 11.78 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

$$h = 3.9 \times 10^{-9} \text{ m}$$

Объем грифеля взят из решения (4).

Объем линии, составляющей слово «алмаз»

$$h \times w \times l = 3.9 \times 10^{-9} \times 0.25 \times 10^{-3} \times 0.15 = V_{\text{линии}} = 1.5 \times 10^{-13} \text{ m}^3$$

Количество алмазов в линии

$$\frac{V_{\text{линии}}}{V_{\text{грифеля}}} \times 40000000000 = \frac{1.5 \times 10^{-13} m^3}{11.78 \times 10^{-9} m^3} \times 40000000000 = 0.51 \times 10^5 \text{ наноалмазов}$$