

Задача 9. Графеновый шар (9 баллов)

Летом 2008 года на научно-популярных сайтах появились заметки с громкими заголовками типа «Учёные создали воздушный шар из графена». Эти заметки сообщали о создании «самого маленького в мире воздушного шара» – графенового пузыря размером 9 нм с толщиной стенок всего в один атом.

1. Как Вы думаете, верна ли формулировка, поставленная в заголовки новостей? Возможно ли создать сферу из графена? Ответ обоснуйте. (1 балл)

2. Опишите, как сделать изображенный на рис.1 графеновый пузырь. Каким образом его можно наполнить газом? Почему пузырь удерживается на подложке? (2 балла)

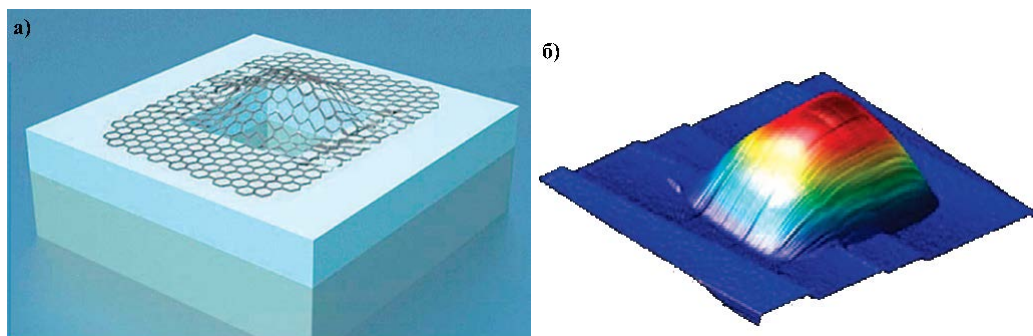


Рис. 1. Графеновый пузырь на подложке из SiO₂/Si с квадратным углублением в SiO₂: а) схематическое изображение; б) изображение реального пузыря, полученное при помощи АСМ.

3. Проникаем ли графен для газов? Почему высота пузыря со временем медленно уменьшается (рис. 2)? Почему высота заполненного водородом пузыря уменьшается быстрее всего? Как заново «надуть» пузырь? (1.5 балла)

Графеновый пузырь временно поместили в атмосферу озона при облучении ультрафиолетом. До и после такой обработки его заполняли различными газами и измеряли зависимость высоты пузыря от времени (рис. 2).

4. Что произошло с графеновым пузырем после такой обработки? Объясните наблюдаемые для обработанного пузыря зависимости в случае H₂ и CO₂ (рис. 2а). Оцените размер характерных особенностей графенового пузыря после обработки. (3 балла)

5. Какое применение могут найти упомянутые в задаче графеновые пузыри? (1.5 балла)

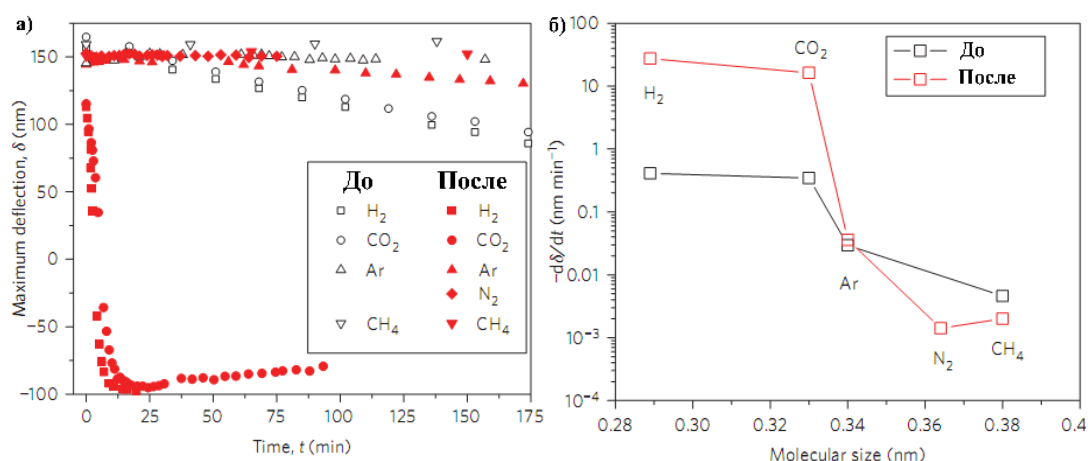


Рис. 2. а) Зависимость высоты заполненного газом графенового пузыря от времени на воздухе. б) Зависимость средней скорости уменьшения высоты заполненного пузыря от размера молекул заполняющего его газа. Серые метки – до обработки, красные метки – после обработки.