

Кот отдыхает.

Графен – очень прочный материал. Он значительно прочнее лучших сортов стали. В нобелевском сообщении о присуждении премии за открытие графена упоминается кот, отдыхающий в графеновом гамаке. Посмотрим на рисунок 1.



Рис. 1. Кот спит на качелях. Качели подвешены на листе графена.

Наш кот массой 4 кг лежит на качелях. Качели висят на листе графена длиной 1 м. (на веревки не следует обращать внимания). Лист не рвется. Мы - у предела прочности на разрыв. Более упитанного кота графен уже не выдержит.

- 1) Оцените предел двумерной прочности (2D прочности) графена на разрыв. Единицы измерения этой величины (Н/м), ньютоны на метр.
- 2) Предел прочности стали на разрыв (3D прочности) равен  $5 \cdot 10^8 \text{ Па} = 5 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$ . Если бы качели с котом висели на стальном листе длиной 1 м, во сколько раз стальной лист должен был бы быть толще листа графена? Толщина графена 3.35 А.
- 3) Качели висят на одной одностенной углеродной нанотрубке диаметром 1.4 нм. Определите предельную массу нанокота.

**Максимальная оценка – 5 баллов**

Решение.

1) Двумерная прочность определяется по формуле  $\sigma/L = 4 \cdot 9.8/1 = 39.2 \text{ Н/м}$ .  
**(1 балл)**

2) Кот разрывает лист с силой 39.2 Н. Площадь сечения стального листа должна быть  $39.2/5 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2 = 7.84 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$ . Толщина листа равна  $7.84 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/1 \text{ м} = 7.84 \cdot 10^{-8} \text{ м}$ .  
Стальной лист в  $7.84 \cdot 10^{-8}/3.35 \cdot 10^{-10} = 230$  раз толще графенового.  
**(2 балла)**

3) Одностенная нанотрубка – это графеновый лист, свернутый в прямой цилиндр. 2D прочность на разрыв у трубки и графена – одинаковые. Прочность на разрыв равна 39.2 Н/м. Длина окружности трубки равна  $3.14 \cdot 1.4 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 4.4 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ . Кот может рвать трубку с силой  $1.7 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$ . Масса нанокота равна  $1.7 \cdot 10^{-7}/9.8 = 1.7 \cdot 10^{-8} \text{ кг}$ .  
**(2 балла)**

**Максимальная оценка – 5 баллов**