

#### Физика – школьники. Задача 4 «Наноавтомобиль» (базовая).

В наном мире есть все – даже машины, которые способны перевозить молекулы, кластеры и другие наногрузы или же просто кататься без дела. Представим себе наногрузовик, у которого роли передней и задней пар колес выполняют одинаковые нанотрубки, закрытые с обеих сторон (см. рис. 1).



Рис. 1 Наногрузовик на наноколесах.

Колеса такого грузовика не являются идеальными цилиндрами. Они состоят из шестиугольников со стороной 0.14 нм, и в поперечном сечении представляют собой не окружность, а правильный  $N$ -угольник (см. рис 2).

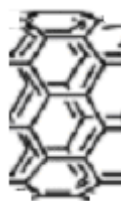


Рис. 2 Сечение колеса ( $N = 8$ )

При движении грузовик будет все время подпрыгивать, тратя на каждый прыжок энергию  $mgh$ , где  $m$  – масса грузовика,  $h$  – высота прыжка, которая зависит от числа шестиугольников в сечении колеса –  $N$ .

Массу нано-грузовика при больших  $N$  можно описать формулой:

$$m(N) = m_1 + m_2N + m_3N^2,$$

где  $m_1 = 10\,000$  а.е.м.,  $m_2 = 700$  а.е.м.,  $m_3 = 25$  а.е.м.

- 1) Объясните вид зависимости  $m(N)$  (**1 балл**).
- 2) Определите зависимость энергии  $E$ , необходимой для одного шага, от  $N$  (**3 балла**).
- 3) Определите значение  $N$ , для которого затраты энергии на один шаг минимальны, и рассчитайте эти затраты. (**4 балла**)

*Указание.* Примите, что при малых углах можно использовать приближенные выражения для тригонометрических функций:  $\sin(x) \approx x$ ,  $\cos(x) \approx 1 - x^2/2$ .

#### Методические замечания:

1. Задача решается в рамках знаний школьной программы и в рамках здравого смысла
2. Если Вам незнакомы какие – либо термины, Вы можете спросить об этом преподавателей в специальном разделе форума <http://www.nanometer.ru/forum/viewforum.php?f=19> или найти ответ самостоятельно (в том числе изучив доступные Вам Лекции на сайте Олимпиады <http://www.nanometer.ru/lectures.html?UP=156195> )

3. Решение оформляется и отсылается только в электронном виде, как описано в инструкциях к работе с задачами и решениями заочного теоретического тура, приведенных в разделе «Олимпиада» [http://www.nanometer.ru/olymp2\\_o4.html](http://www.nanometer.ru/olymp2_o4.html)
4. Подписывать решения не надо, Ваша фамилия, имя и отчество будут зашифрованы при проверке, идентификация для системы проверки производится по логину и паролю, который Вы вводите при входе на сайт Олимпиады [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) в качестве участника (этот пароль Вы задавали при регистрации и заполнении анкеты участника).