

39-00-79-05  
(187.1)



Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ  
ОГРН 1037700256694  
119234, Москва, Ленинские горы, ФНМ МГУ  
тел.: (495) 939-4551, факс: 939-0998  
www.fnm.msu.ru

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

## МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант Вариант 4

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Нанотехнологии - прорыв в  
будущее  
по математике

Бойко Дакшма Александровича

фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

Выход - 12<sup>42</sup> - 12:45

шкотов: 3

Дата

«25» марта 2015 года

Подпись участника

[Подпись]

ЛИСТ УЧАСТНИКА  
олимпиады школьников

2015/16 учебный год  
**НАНОТЕХНОЛОГИИ  
ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ**



**БОЙКО  
ДАНИИЛ  
АЛЕКСАНДРОВИЧ**

11 класс  
12.04.1999 г.  
дата рождения

Время и место проведения  
заключительного этапа олимпиады:

**дата и время не указаны**

**Главное здание**

Ленинские горы, д. 1

запуск участников в корпус прекращается за 30 минут до начала олимпиады



0 291310 100188

подпись сотрудника оргкомитета

УРТМ МГУ НИВЦ МГУ АИС "ОЛИМПИАДА" 24.03.2016 21:55:09



0 390079 050007

**39-00-79-05**

(187.1)

39-00-79-05  
(187.1)

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ  
ОГРН 1037700258694  
119234, Москва, Ленинские горы, ФНМ МГУ  
тел.: (495) 939-4551, факс: 939-0998  
www.fnm.msu.ru  
№ \_\_\_\_\_ ОТ \_\_\_\_\_

Задача №1

а) найдем число сахаридов  
 $2,7 \cdot 10^{-5}$

$n = \frac{2,7 \cdot 10^{-5}}{2,7 \cdot 10^{-13}} = 10^8$  сахаридов

время  $t = \frac{10^7}{500} = \frac{1000 \cdot 10^4}{500} = 2 \cdot 10^4$  с

от радиуса клетки не зависит 25

б) есть различные способы наматывания



так как толщина очень маленькая, то предположим, что  $\Delta r$  небольшое  
ка кубок нити наматывается по диаметру  
тогда

$k = \frac{10^7 n \cdot l}{2\pi R} = \frac{10^7 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 5 \cdot 10^{-6}}$

$= \frac{10^7 \cdot 5 \cdot 10^{-10}}{8 \cdot 10^{-6}} \approx 10^7 \cdot 10^{-4} = 10^3 = 1000$

ответ:  $t = 2 \cdot 10^4$  с

$k \approx 1000$  оборотов

Задача №2

1) ~~зубчатая~~  $5x + 6y + 7z = 3090 \cdot 2$

~~$5x + 6y + 7z = 3090$~~

всего в больнице 2310 человек 5 человек

Elman Mamedov S.A.  
Bingmo T.O.

1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
6,5	0	7,5	4,5	3	6,8	4	17,5	49,8
								59 (на 100% с/р дети)

## Задача 3

радиус дендримера  $r = 11$  нм.

масса дендримера  $m = m_{\text{звезда}} \cdot n_{\text{звезд}}.$

$$n_{\text{звезд}} = 3 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 2 \cdot 3 + 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 + \dots + 2^{(n-1)} \cdot 3$$

где  $n$  - число поколений ветвления

$$n_{\text{звезд}} = 3(1 + 2 + 2^2 + 2^3 + \dots + 2^{10})$$

посчитаем число звезд

$$n_{\text{звезд}} = 3(1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 64 + 128 +$$

$$+ 256 + 512 + 1024) = 3 \cdot (1 + 30 + 160 +$$

$$+ 320 + 1536) = 3 \cdot (2047) =$$

$$= 3 \cdot (2047) = 6141 \text{ звезд} \approx 6 \cdot 10^3 \text{ звезд}$$

$$\begin{array}{r} 2047 \\ \times 3 \\ \hline 6141 \end{array}$$

посчитаем массу дендримера

$$m = 3 \cdot 10^{-22} \cdot 6 \cdot 10^3 = 183 \cdot 10^{-19} \text{ г}$$

мы знаем массу звезд и можем  
попытаться найти объем

$$V = \frac{183 \cdot 10^{-19} \text{ г}}{1 \text{ г/см}^3} = 183 \cdot 10^{-19} \text{ см}^3 = 1,8 \cdot 10^{-18} \text{ см}^3$$

$$V_{\text{дендримера как шара}} = \frac{4}{3} \pi r^3 =$$

$$\approx (\pi \approx 3) = 4 r^3 = 4 \cdot 10^3 =$$

$$\approx 44 \cdot 10^3 = 5324 \cdot 10^3 \text{ нм}^3$$

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ  
ОГРН 1037700258694  
119234, Москва, Ленинские горы, ФНМ МГУ  
тел.: (495) 939-4551, факс: 939-0998  
www.fnm.msu.ru  
№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Задача 3  
(продолжение)

$$\begin{array}{r} 121 \\ 44 \\ \hline 1484 \\ 484 \\ \hline 5324 \end{array}$$

$V_{\text{детрузиера как шара}} = 5,3 \cdot 10^3 \text{ км}^3 = 5,3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-21} \text{ см}^3$   
 $= 5,3 \cdot 10^{-18} \text{ см}^3$

Таким образом  
 пог. лекарство останется  $5,3 \cdot 10^{-18} - 1,8 \cdot 10^{-18} \text{ км}^3$   
 $= 3,5 \cdot 10^{-18} \text{ см}^3$

Так все таблетки равны, то можно вместо  
 мал. использовать больше

$k = \frac{m_{\text{лекарства}}}{m_{\text{детрузиера}}} = \frac{3,5}{1,8} \approx 2$

Ответ: приблизительно в два раза

Задача 4

1. Три зрачки. две определяют место "серта"  
 экран. еще одна нужна для указания  
 контрастности. 2.5

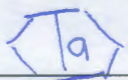
2. 10 точек старая • 2 параболы > 10 разук  
 спираль. 2

Задача 5

1) зубчатая, так как диаметрами шестигранным  
 перпендикулярно мету

2)  $n = m = 23$  1.55 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5

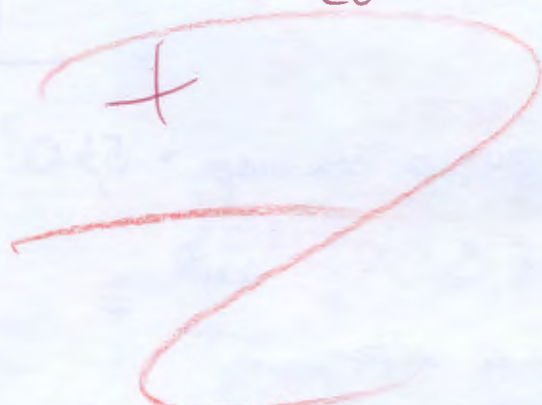
3)  $d = 12 \cdot a = 12 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} = 0,14 = 2,855 \text{ мм}$



Задача 8

1)  $n = 3000 \cdot 1024 \cdot 1024 = 3145728000$  символов  
 буквлетов  
 25

$$\begin{array}{r} \times 1024 \\ \times 1024 \\ \hline 4096 \\ 2048 \\ 1024 \\ \hline 1048576 \\ \times 3000 \\ \hline 3145728000 \end{array}$$



2) всего 4 буквы значит для кодирования  
 нужно 2 бита ( $2^2 = 4$ ) +

всего было 3.145.728.000 буквлетов на  
 каждый из них по 2 бита, тогда  
 всю информацию:

$n \cdot V = \frac{3.145.728.000 \cdot 2}{8}$  байт =

=  $\frac{3 \cdot 1024 \cdot 1024 \cdot 1000 \cdot 2}{8}$  байт =

=  $\frac{3 \cdot 1000 \cdot 2}{8}$  мегабайт =  $3 \cdot 125 \cdot 2$  мегабайт

= 750 мегабайт.

Алгоритм работы

Архивация:

считываем файл пофайл

если

A →  
 B →  
 C →

записываем  
 вторичный файл 00  
 записываем 10

46

39-00-79-05  
(187.1)

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ  
ОГРН 1037700258694  
119234, Москва, Ленинские горы, ФНМ МГУ  
тел.: (495) 939-4551, факс: 939-0998  
www.fnm.msu.ru

↓ 8  
Задача 8 - продолжение  
C → записывает 11.

Расшифровка:

считываем закодированный  
файл по два бита

∞	→	A
01	→	T
10	→	G
11	→	C

3) в последовательности  $= \frac{8 \cdot 4}{2} = 16$  нуклеотидов +  
 8 · 4 - это количество всех возможных комбинаций символов "каждый" 2 - это бит, кодирующий нуклеотид.

вероятности  
вероятности равны  
 число комбинаций  $= C_n^k = C_{1024}^4 \approx 16$   
 передача информации

5)  $E \cdot F_{15} = 14 \cdot 15 + 15 = 239$   
 $10 \approx 1110111_2$

14 16  
15 14  
-----  
164  
16  
-----  
224

239 2  
228 119  
-----  
1 118

10 2  
59 2  
58 29  
-----  
1 28

14 2  
14 2  
-----  
0 2

14 2  
14 2  
-----  
0 2

Задача 8 - продолжение

$$EO_{16} = 14 \cdot 16^{+13} = 224_{10} = 11100000_2$$

$$\begin{array}{r} 224 | 2 \\ \hline 224 | 112 | 2 \\ \hline 0 | 112 | 56 | 2 \\ \hline 0 | 56 | 28 | 2 \\ \hline 0 | 28 | 14 | 2 \\ \hline 0 | 14 | 7 | 2 \\ \hline 0 | 7 | 3 | 2 \\ \hline 1 | 2 | 1 \end{array}$$

$$ED_{16} = 1110111_2 = 14$$

$$EE_{16} =$$

$$EE_{16} = 14 \cdot 16 + 14 = 224 + 14 = 238_{10} = 11101110_2$$

$$\begin{array}{r} 238 | 2 \\ \hline 238 | 119 | 2 \\ \hline 0 | 118 | 59 | 2 \\ \hline 1 | 58 | 29 | 2 \\ \hline 1 | 28 | 14 | 2 \\ \hline 1 | 14 | 7 | 2 \\ \hline 0 | 7 | 3 | 2 \\ \hline 1 | 2 | 1 \end{array}$$

$$ED_{16} = 14 \cdot 16 + 13 = 237_{10} = 11101101_2$$

$$\begin{array}{r} 237 | 2 \\ \hline 236 | 118 | 2 \\ \hline 1 | 118 | 59 \\ \hline 0 \end{array}$$



два варианта последовательности

задача 8 - продолжение

если рассмотреть варианты в документе  
от соответствия пара бит - нулевая  
11|0, 11|0, 11|0, 00|00, 11|0, 11|01, 11|10, 11|10

11 - Т     такая как поделенные в алфавитном  
10 - G     порядке  
01 - C  
00 - A



TGTCTGAATGTCGTG

4) всего  $4 \cdot 3 \cdot 2 = 24$  варианта кодирования  
зачисл и последовательности 24. (алфавита)

Задача 16.

1. а) квадрата 0.5

б) 6 тетрагональных пирамид 0.5 + 0.17

в) на ребрах должно быть по  $m$  атомов

$$2. O(n) = n \cdot n + 2 \cdot \sum_1^{(n-1)^2} n^2 = n^2 + 2 \cdot \frac{(n-1)(2n-1)}{6}$$

$$= n^2 + \frac{n(n-1)(2n-1)}{3} \quad \text{1.5}$$

$$TO(m) = \left\langle n = 3m \right\rangle n^2 + \frac{n(n-1)(2n-1)}{3} -$$

$$\rightarrow 6 \cdot \sum_1^m m^2 = n^2 + \frac{n(n-1)(2n-1)}{3} - m(m+1)(2m+1)$$

$$= \left\langle n = 3m \right\rangle 9m^2 + \frac{m(3m-1)(6m-1)}{3} - m(m+1)(2m+1)$$

0.5

Задача №6 - продолжение

3. диаметр ТО с ребрами  $m$ , получается из октаэдра с ребрами  $3m$ .



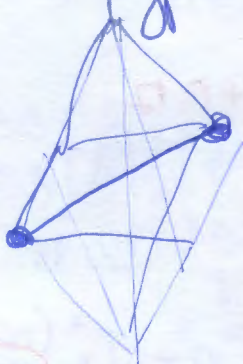
расстояние между самым далекими друг от друга точками равно

$3m$

тогда радиус окружности  $\frac{3}{2}m \cdot 0,14$

$$= \frac{3}{2} \cdot 5 \cdot 0,14 = 15 \cdot 0,07 = 1,05 \text{ км}$$

в октаэдре



расстояние в диагонали а самое большее оно равно

$$\sqrt{2} n = \sqrt{2} \cdot 3m$$

$$= \sqrt{2} \cdot 3m$$

радиус равен  $\frac{\sqrt{2} \cdot 3m}{2}$

$$= 3 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 5 \cdot 0,14 = 1,05 \cdot \sqrt{2}$$

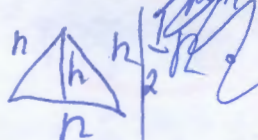
$$= 1,05 \cdot 1,4 = 1,47 \text{ км}$$

$$\begin{array}{r} 1,05 \\ \times 1,4 \\ \hline 420 \\ 1470 \\ \hline 1,470 \end{array}$$

Задача № 6 - продолжение,

4) площадь поверхности кластера  $O$  с ребром  $n$  равна

$$S_{\text{нзв}}^O = 8 \cdot \text{площадь грани} = 8 \cdot S_{\text{гран}}^O$$



$$S_{\text{гран}}^O = \frac{1}{2} n \cdot h = \frac{1}{2} \cdot n \cdot \sqrt{n^2 - \frac{1}{4} n^2} = \frac{1}{2} n \cdot n \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} n^2$$

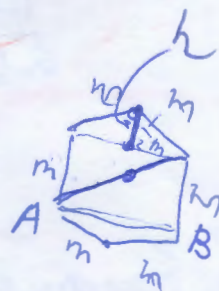
$$S_{\text{нзв}}^O = 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} n^2 = 2\sqrt{3} \cdot n^2 \quad 1.5$$

$$S_{\text{нзв}}^{TO} = 6 \cdot S_{\text{гран}}^{\diamond} + 8 \cdot S_{\text{гран}}^{\square}$$

$$S_{\text{гран}}^{\diamond} = m^2$$

$$S_{\text{гран}}^{\square} = 2 \cdot m \cdot AB \cdot \frac{1}{2} + m \cdot AB$$

$$h = \frac{1}{2} m ; \quad AB = \sqrt{m^2 - \frac{1}{4} m^2} = \frac{\sqrt{3}}{2} m$$



$$S_{\text{гран}}^{\square} = 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} m^2 + \sqrt{3} m^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} m^2$$

$$\text{тогда } S_{\text{нзв}}^{TO} = 6m^2 + 12\sqrt{3} m^2 \quad 1.5$$

найдем отношение  $n$  и  $m$ , учитывая равные объемы. (приближение тогда

$$\frac{3}{2} m = \frac{\sqrt{2}}{2} n \quad \text{что объем равен объему сферы}$$

$$\frac{n}{m} = \frac{3}{\sqrt{2}}$$

Исходя из выше сказанного найдем отрезки  
площадей поверхности:

$$2 \cdot \sqrt{3} \cdot n^2$$

$$6 \text{ м}^2 + 12\sqrt{3} \text{ м}^2$$

$$\frac{2\sqrt{3} \cdot \left(\frac{3}{\sqrt{2}}\right)^2 \text{ м}^2}{6 \text{ м}^2 + 12\sqrt{3} \text{ м}^2} = \frac{2\sqrt{3} \cdot \frac{9}{2}}{6 + 12\sqrt{3}}$$

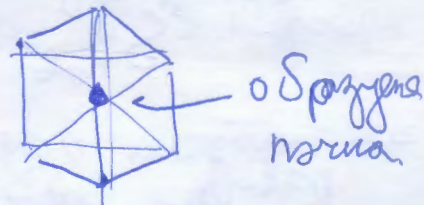
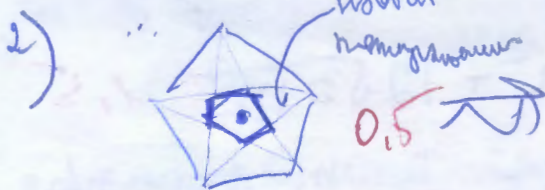
$$= \frac{9\sqrt{3}}{6 + 12\sqrt{3}} = \frac{9 \cdot 1,7}{6 + 12 \cdot 1,7} = \frac{15,3}{26,4} \approx 0,51$$

$$\begin{array}{r} 1,7 \\ \underline{12} \\ 184 \\ \underline{17} \\ 204 \\ , \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15,3 \quad 26,4 \quad | \quad 15,3 \\ \underline{15,3} \\ 130,8 \\ \underline{122,2} \\ 8,6 \end{array}$$

Более предпочтительнее октаэдр.  
Задача №7.

1) из многогранника Z.



на скелете  $\times$  элемент не образована

