

0 891223 550003  
89-12-23-55  
(37.12)



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников «Ломоносов» по биологии  
наименование олимпиады

по Биологии  
профиль олимпиады

Воронцова Александра Ильича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«15» февраля 2020 года

Подпись участника  
СВ

89-12-23-55  
(37.12)

Чистовик

Задача 1:

A-2    Б-4    В-1    Г-3  
+        +        +        +

77

Задача 2: Ответ: А +

смыкает  
семь

Задача 3: Ответ: Д З Т Х Ц  
+ + + + +

Задача 4:

1-М    2-Е    3-Д    4-А  
-        +        +        +

Задача 5

А - Тип Плоские черви +

Б - Тип Широкошнур +

В - Тип Кишечнополостные (Стрекающие) +

Задача 6 А: а → б → ж → г +

Д и Е не могут быть в пищевой цепи, так как пищевая цепь должна быть морская, а данные виды пресноводные. У улитки (ж) рот верхний, значит она питается планктонными организмами и она фитофаг, значит В не участвует в пищевой цепи.

б: найдем массу неподвижков во всей улитке  
 $m_{к.у.} = C \cdot m_{у.} / v_{м.} = 0,75 \text{ мг/м}^3 \cdot 30 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 0,0225 \text{ мг} +$

- во всей улитке  
концентрация неподвижков в улитке в 10 раз больше чем в воде (б) значит  $C_{к.р.} = \frac{C_{к.у.}}{10} = \frac{0,75 \text{ мг/м}^3}{10} = 0,075 \text{ мг/м}^3 +$

Аналогично найдем массу неподвижков в раковине  
 $m_{к.р.} = C_{к.р.} \cdot m_{р.} = 0,075 \text{ мг/м}^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 75 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-6} = 75 \cdot 10^{-18} \text{ мг} = 0,000000075 \text{ мг} - \text{в том раковине} +$

Чистовик

Задача 6 Продолжение

В концентрации ксенобиотиков в рачках в 100 раз больше чем в водорослях, значит  $C_{к-б} = \frac{C_{к-в}}{100} = \frac{0,075}{100}$

$= 7,5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ мг/кг}$

Аналогично найдем массу ксенобиотика в той водоросли

$m_{к-в} = m_{в} \cdot C_{к-в} = 0,2 \text{ кг} \cdot 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ мг/кг} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ кг} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ мг}$

$= 15 \cdot 10^{-11} \text{ кг} = 0,000000000015 \text{ кг}$  - в той водоросли

Концентрация ксенобиотиков в водоросли в 15 раз больше чем в воде значит  $C_{к-в} = \frac{C_{к-о}}{15} = \frac{7,5 \cdot 10^{-4}}{15}$

$= \frac{7,5 \cdot 10^{-5}}{15} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ мг/кг}$    
  $C_{к-о} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ мг/кг} = 0,00005 \text{ мг/кг}$

Концентрация ксенобиотиков в илже в 15 раз больше чем в воде значит  $C_{к-и} = C_{к-в} \cdot 15 = 7,5 \cdot 10^{-1} \cdot 15 = 11,25 \cdot 10^{-1}$

$= 11,25 \text{ мг/кг}$

Аналогично найдем массу ксенобиотиков в илже

$m_{к-и} = C_{к-и} \cdot m_{и} = 11,25 \cdot 300 \cdot 10^{-3} = 11,25 \cdot 0,3 = 3,375 \text{ мг}$

Ответ: А: а → б → ж → з

Б: масса ксенобиотиков для а - водоросли -  $1,5 \cdot 10^{-10} = 0,000000000015 \text{ мг}$

~~б - рачки -  $15 \cdot 10^{-11} \text{ мг} = 0,00000000015 \text{ мг}$~~

в - улитка - ж -  $0,0225 \text{ мг} = 2,25 \cdot 10^{-2} \text{ мг}$

з - илжа -  $3,375 \text{ мг}$

б - рачки -  $7,5 \cdot 10^{-2} \text{ мг} = 0,0000000675 \text{ мг}$

в воде содержание ксенобиотиков  $5 \cdot 10^{-5} \text{ мг/л}$

Задача 7: А - 2 (насекомояные - крот); Б - 7 (однопроходные - ехидна); В - 6 (приматы - рукокрыл); Г - 1 (непарнокопытные - ману); Д - 13

89-12-23-55  
(37.12)

Чертовик  $\frac{1}{1000} 0,484$

$$a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + 2ab + 2ac + 2ad + 2bc + 2bd + 2cd$$

$\begin{matrix} 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ c & c & c & c & c & c & c & c & c \end{matrix}$

$$a^2 + (b^2 + 2bc + 2cd) + (c^2 + 2cd) + d^2 + 2a(b+c+d)$$

B-членное монотонное?

$$a^2 + b(b+c+d) + c(c+d) + d^2 + 2a(b+c+d)$$

$ab+bc+cd$

$$c^2 + 2cd = \frac{28}{1000} \quad c^2 + 2c \cdot 0,011 = 0,028$$

Д-бчленное  $c^2 + 0,022c - 0,028 \cdot 1000$

еще  $c^2 + 22c - 28 = 0$

Д-бчленное  $11^2 + 500 \cdot 4 \cdot 11 = 28121$

$$c^2 + 22c - 28 = 0$$

$$c^2 + 22c - 28 = 0 \quad \Delta = 22^2 + 4 \cdot 28 = 580$$

$$c = \frac{-22 \pm \sqrt{580}}{2} = \frac{-22 \pm 2\sqrt{145}}{2} = -11 \pm \sqrt{145}$$

601, 8011

$$x + 2x \cdot \frac{11}{1000} = \frac{22}{1000}$$

$$x + \frac{22}{1000}x - \frac{22}{1000} = 0, \text{ т.е. } x_1 + x_2 = \frac{22}{1000}$$

Д-бчленное  $\frac{22^2}{10000} + \frac{28 \cdot 4}{10000} = \frac{484}{10000} + \frac{112000}{10000} = \frac{112484}{10000} = 4 \cdot \frac{28121}{10000}$

28121 | 19

621 | 4

531 | 5

28121 | 19

527

801 | 2

64 | 7

Черновик

$$c_3^2 + 2c_3c_4 = \frac{28}{1000}$$

$$c_3^2 + 2 \cdot \frac{11}{1000} c_3 - \frac{28}{1000} = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = \left(\frac{22}{1000}\right)^2 + \frac{4 \cdot 28}{1000} = \frac{484}{1000000} + \frac{112000}{1000000} = \frac{112484}{1000000}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ 29 \\ \hline 261 \\ 58 \\ \hline 41 \end{array}$$

1x9 = 09	18
2x9 = 18	18 + 8 = 26
3x9 = 27	27 + 8 = 35
4x9 = 36	36 + 8 = 44
5x9 = 45	45 + 5 = 50
6x9 = 54	54
7x9 = 63	58
8x9 = 72	66
9x9 = 81	74
10x9 = 90	82

$\frac{109}{981}$	$\frac{22}{44}$	$\frac{31}{31}$	$\frac{41}{41}$	$\frac{51}{51}$	$\frac{61}{61}$
$\frac{21}{42}$	$\frac{22}{44}$	$\frac{31}{31}$	$\frac{41}{41}$	$\frac{51}{51}$	$\frac{61}{61}$
$\frac{21}{42}$	$\frac{44}{484}$	$\frac{31}{93}$	$\frac{41}{41}$	$\frac{51}{51}$	$\frac{61}{61}$
$\frac{289}{528}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{39}{39}$	$\frac{49}{49}$	$\frac{59}{59}$	$\frac{69}{69}$
$\frac{477}{119}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{39}{39}$	$\frac{49}{49}$	$\frac{59}{59}$	$\frac{69}{69}$
$\frac{477}{119}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{39}{39}$	$\frac{49}{49}$	$\frac{59}{59}$	$\frac{69}{69}$
$\frac{477}{119}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{39}{39}$	$\frac{49}{49}$	$\frac{59}{59}$	$\frac{69}{69}$

$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$
$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$
$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$
$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$
$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$	$\frac{484}{112000}$

~~$$c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + c_4^2 + 2c_1c_2 + 2c_1c_3 + 2c_1c_4$$~~

$$c_4^2 + c_3^2 + c_2^2 + c_1^2 + 2c_4c_3 + 2c_4c_2 + 2c_4c_1 + 2c_3c_2 + 2c_3c_1 + 2c_2c_1$$

$$c_1^2 = \frac{11}{1000} \rightarrow c_1 = \frac{\sqrt{11}}{\sqrt{1000}} \quad 3 < \sqrt{11} < 4$$

$$c_2^2 + 2c_1c_2 = \frac{22}{1000} \quad x + 2\sqrt{11}x = \frac{22}{1000}$$

$$D = b^2 - 4ac = \left(\frac{2\sqrt{11}}{1000}\right)^2 + \frac{4 \cdot 22}{1000000} = \frac{4 \cdot 11}{1000000} + \frac{4 \cdot 22}{1000000} = \frac{4(11+22)}{1000000} = \frac{4 \cdot 33}{1000000}$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{-\frac{2\sqrt{11}}{1000} \pm \frac{2\sqrt{33}}{1000}}{2 \cdot \frac{2\sqrt{11}}{1000}} = \frac{-\sqrt{11} \pm \sqrt{33}}{2\sqrt{11}}$$

$$\frac{-2\sqrt{11} \pm 2\sqrt{33}}{10000} = \frac{-2(\sqrt{11} \mp \sqrt{33})}{10000 \cdot 2} = \frac{-(\sqrt{11} \mp \sqrt{33})}{10000}$$

Чистовик

Задача 8:

А. Температура плавления ДНК зависит от числа водородных связей нуклеотидов, т.е. тем их больше тем температура плавления ДНК (далее  $T_m$ ) выше. Число же водородных связей зависит от длины цепи ДНК (чем она длиннее, тем больше водородных связей) и от % содержания ГЦ пар, в которых водородных связей от АТ пар 3 водородных связей, а не 2 тем самым тем больше % ГЦ пар, тем больше водородных связей

Выведется же выше ~~то~~ соотношение можно сказать что  $T_m$  тем выше, чем больше длина цепи ДНК и чем больше % содержания ГЦ пар



т.е. комплементарная цепь будет: 5' ГТАЦТГЦАГЦТГ 3'

В. Выведет формулу определения  $T_m$  ДНК

Пусть она будет  $T_m = n_{ГЦ} \cdot k_{ГЦ} + n_{АТ} \cdot k_{АТ}$

где  $n_{ГЦ}$  и  $n_{АТ}$  число пар соотв. оснований

$$\begin{cases} 6k_{ГЦ} + 6k_{АТ} = 36 \\ 5k_{ГЦ} + 7k_{АТ} = 34 \end{cases} \cdot \begin{matrix} / \cdot 5 \\ - 6 \end{matrix} \Leftrightarrow \begin{cases} 30k_{ГЦ} + 30k_{АТ} = 180 \\ 30k_{ГЦ} + 42k_{АТ} = 204 \end{cases}$$

$-12k_{АТ} = -24 \rightarrow k_{АТ} = 2$   $\checkmark$   ~~$T_m = 6n$~~

(1)  $6k_{ГЦ} + 6 \cdot 2 = 36 \rightarrow k_{ГЦ} = 4$   $\checkmark$   $T_m = 4k_{ГЦ} + 2k_{АТ}$

Для данной ДНК посчитаем  $n_{ГЦ}$  и  $n_{АТ}$

$n_{ГЦ} = 7$   $n_{АТ} = 5 \rightarrow T_m = 7 \cdot 4 + 5 \cdot 2 = 28 + 10 = 38^\circ\text{C}$

Ответ:  $T_m = 38^\circ\text{C}$

Чистовик

Задача 9

$$C_4 > C_3 > C_2 > C_1$$

$C_4 C_{1-3}$  - промежуточная окраска

$$L > C > K > B$$

Т.к. необходимо рассчитать частоты аллелей, то воспользуемся Законом Харди-Вайбурга для данной популяции аллелей и частоты обоеух полов будут соответствовать генотипам

$$(C_4 + C_3 + C_2 + C_1)^2 = 100\%$$

$$C_4^2 + C_3^2 + C_2^2 + C_1^2 + 2C_4C_3 + 2C_4C_2 + 2C_4C_1 + 2C_3C_2 + 2C_3C_1 + 2C_2C_1 = 100$$

н.    е    к    б            пр.            пр.            пр.            е            е            к

По каждому генотипу - частотой обозначим феноны

Видим что белый генотип имеет 1 частота зная которую можно приравнять частоту этого генотипа к проценту популяции

~~Сделано~~  $C_1^2 = \frac{11 \cdot 100\%}{1000} = \frac{11}{100}$

Объединим частоты вместе с генотипами  $C_1 = \sqrt{\frac{11}{100}} = \sqrt{0,11}$

$$C_4^2 + (C_3^2 + 2C_3C_1 + 2C_3C_2) + (C_2^2 + 2C_2C_1) + (2C_4C_3 + 2C_4C_2 + 2C_4C_1) + C_1^2 = 100\%$$

Зная что  $N_1 + N_3 + N_2 + N_4 = 1000\%$

$$N_1 = 3N_3$$

$$\rightarrow 4N_3 = 1000 - N_2 - N_4 \rightarrow$$

$$\rightarrow N_3 = \frac{1000 - N_2 - N_4}{4} = \frac{1000 - 424 - 28 - 11}{4} = 119,25 \rightarrow N_3 = 3 \cdot 119,25 \approx 358$$

По правилу округления  $N_3 = 119$ ,  $N_1 = 358$

$$N_3 = \frac{N_3 \cdot 100\%}{N_2} = \frac{119 \cdot 100}{1000} = \frac{119}{10} = 11,9\%$$

$$N_1 = \frac{N_1 \cdot 100\%}{N_2} = \frac{358 \cdot 100}{1000} = 35,8\%$$

Чистовик

Задача 9 Продолжение

Примем процент ~~неизвестен~~ отношения соотв сумм частот его образующих

Найдем частоту  $C_4$  зная ~~мысли~~ процент данного отношения

$$C_4^2 = \frac{358 \cdot 100}{1000} \rightarrow C_4 = \sqrt{\frac{358}{10}} = \sqrt{35,8} \%$$

$$C_2^2 + 2C_2C_1 = \frac{28 \cdot 100}{1000}$$

$$C_2^2 + 2\sqrt{1,1} \cdot C_2 = 2,8$$

$$D: b^2 - 4ac = (2\sqrt{1,1})^2 + 4 \cdot 2,8 = 2^2 \cdot 1,1 + 11,2 = 4,4 + 11,2 = 15,6$$

$$C_2 = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{-2\sqrt{1,1} \pm 2\sqrt{3,9}}{2} \rightarrow C_2 = \frac{2\sqrt{3,9} - 2\sqrt{1,1}}{2} = \sqrt{3,9} - \sqrt{1,1} \%$$

$-2\sqrt{3,9}$  негодн, т.к частота не может быть отриц

$$C_3^2 + 2C_3C_2 + 2C_3C_1 = \frac{11,9 \cdot 100}{1000}$$

$$C_3^2 + 2C_3 \cdot (\sqrt{3,9} - \sqrt{1,1}) + 2C_3\sqrt{1,1} = 11,9$$

$$C_3^2 + 2C_3(\sqrt{3,9} - \sqrt{1,1} + \sqrt{1,1}) = 11,9$$

$$C_3^2 + 2C_3\sqrt{3,9} = 11,9$$

$$D: b^2 - 4ac = (2\sqrt{3,9})^2 + 4 \cdot 11,9 = 4 \cdot 3,9 + 4 \cdot 11,9 = 4(3,9 + 11,9) = 4 \cdot 15,8 = 62,32$$

$$C_3 = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{-2\sqrt{3,9} \pm 2\sqrt{15,8}}{2} =$$

$-2\sqrt{15,8}$  негодн, т.к

частота не может быть отриц

$$\rightarrow C_3 = \sqrt{15,8} - \sqrt{3,9} \%$$



Черновик

кр<sup>2</sup>

$$x^2 + y^2 + z^2 + u^2 - 2xy = 1$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ -484 \\ \hline 516 \\ -516 \\ \hline 0 \\ 499 \\ -28 \\ \hline 477 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ -484 \\ \hline 516 \\ -516 \\ \hline 0 \\ 505 \\ -28 \\ \hline 477 \end{array}$$

$$477 \overline{) 4}$$

Более  $P_3^2 + 2P_3P_2 - 2P_3P_1$

$$= 36,2 \%$$

$$\begin{array}{r} 358 \overline{) 4} \\ 32 \overline{) 8} \\ 36 \end{array}$$

$$1000 - 87 - 36$$

$$P_2^2 + P_2P_1 + P_2^2 = \dots$$

$$P_1^2 = \frac{87}{1000} \cdot 1000$$

$$\begin{array}{r} 15,6 \\ \overline{) 4} \\ 7 \end{array}$$

$$P_2^2 + P_2P_1 = \text{процент доли}$$

$$2\sqrt{358}$$

$$P_{1cm}^2 + P_{3cm}^2 + 2P_{1cm}P_{2cm} + 2P_{1cm}P_{3cm}$$

$$+ 2P_{2cm}P_{3cm} = 100 \%$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 88 \\ \overline{) 4} \\ 11,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15,6 \overline{) 4} \\ 12 \\ \hline 36 \end{array}$$

$$P_3 > P_2 > P_1$$

$$P_3 \neq P_1 \quad P_3 \neq P_2$$

89-12-23-55  
(37.12)

Черновик

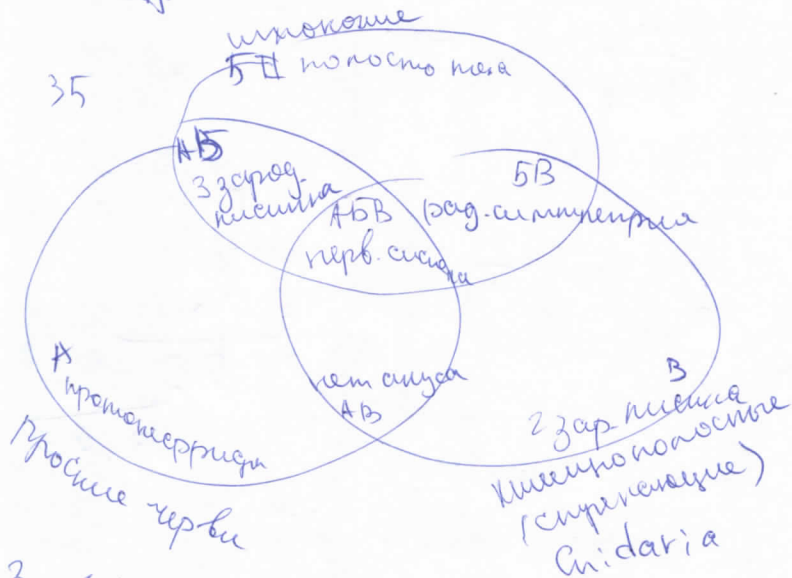
1 В  
2 А  
3 Г  
4 Б  
5  
6  
7  
8  
9  
10



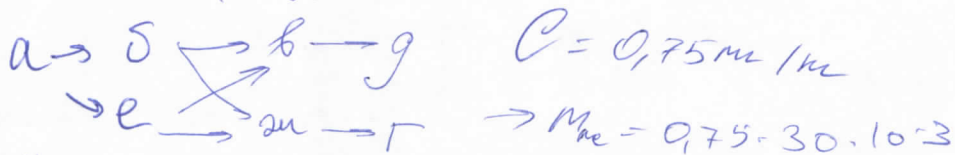
33 93 T X Y

34 I M  
2 e  
3 g  
4 A

37  
A - 8 (крат)  
B 7 - фламина  
B 6 - рупинозика  
Г - 1 (перевел знамен)  
Г - 13



36 4 клетка - 2и



пусть через еке может нам, и.и не даже коэрбесса



в клетке 0,0225 м, что в 10 раз больше чем в рачке  
→ в рачке

5' ГАГТЦАЦА ТЦТГ

Черновик

Температуры зависят от количества водородных связей, тем их больше, тем и  $T_m$  больше

3' ЦТЦАТТГТАГАЦ

6 · 4 + 8 · 2 = 24 + 16 = 40 °C

2 5' ГТЦАЦТЦАТАГТ

3' ЦАГТГАГТТАТЦА

5 · 4 + 7 · 2 = 20 + 14 = 34 °C

5' ЦАГЦТГЦАГТАЦ

3' ГТЦГАЦГТЦАТГ

7 · 4 + 5 · 2 = 28 + 10 = 38 °C

чтобы этих связей было больше надо чтобы было больше пар ГЦ с ЦГ 3 вод. связи тем самым можно сказать, что чем больше ГЦ пар тем больше  $T_m$

3' G O O O O O O O 75

5' 6 · 4 + 2 · 2 = 24 + 4 = 28

$\frac{1}{1.4} = \frac{36}{x}$

$\frac{6}{7} = \frac{7}{x} = 1:14$

$\frac{1}{1.4} = \frac{36}{x}$

$\frac{6}{7} = \frac{36}{x} = \frac{36 \cdot 7}{x} = 7:5$

$\frac{6}{7} = \frac{7}{x} = 1:14$

$\frac{1}{1.4} = \frac{36}{x}$

0.001 gm  
0.001 m · 10<sup>-3</sup>

0.75  
+ 0.030

0.002250

3375

17

400ae C4C1-3

31 X - oc C4C3

31 X C3C2

20 - C2C1 C-rop

1 - C1C1

результатом можно судить с 'a' генер

можно приравнять частотам генераций для этого an k 0

a c эти параметры объема

Для определения частоты получ. исп. 3-х значений квадрата суммы где an

$(a+b+c+d)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + 2ab + 2ac + 2ad + 2bc + 2bd + 2cd$

$\rightarrow a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + 2(ab+ac+ad) + 2 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 2 \cdot 0$

$(a+b+c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2ac + 2bc$

75  
+ 15  
375  
75  
1125

15  
+ 15  
45  
105  
1125