



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов-2020”

по Биологии

Логина Даниэля Руслановича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

*+ 1 год кчс
выход 13:54 - 13⁵⁴ год*

Дата

«15» февраля 2020 года

Подпись участника

Д. Даниэль

02-68-29-37
(37.13)

ЧИСТОВИК

ЗАДАЧА 2. А.

ЗАДАЧА 4. МЕАА.

ЗАДАЧА 5. А - Плоские черви. Б - Иглокожие.

В - Кишечнополостные (Стрекаловые).

ЗАДАЧА 8. Посчитаем число водородных связей в каждой из приведённых молекул ДНК, учитывая, что между А и Т 2 водородные связи, между Ц и Г - 3 водородные связи.

1) 30 связей, $T_m = 36^\circ\text{C}$, 12 пар (12 оснований в одной цепи);

2) 29 связей, $T_m = 34^\circ\text{C}$, 12 пар;

3) 32 связи, $T_m = 40^\circ\text{C}$, 12 пар;

4) 28 связей, $T_m = 32^\circ\text{C}$, 12 пар;

5) 28 связей, $T_m = 36^\circ\text{C}$, 10 пар;

6) 33 связи, $T_m = 42^\circ\text{C}$, 12 пар.

Видно, что температура плавления ДНК зависит от числа водородных связей в молекуле (и поэтому соотношения пар А-Т и Г-Ц), а также от длины молекулы, т.к. 4-я и 5-я молекулы ДНК, имея одинаковое количество водородных связей, но различную длину, плавятся при различных температурах.

Б. 5'-ЦАГЦТГЦАГТАЦ-3'
3'-ГТЦГАЦГТЦАТГ-5'

Верная ориентация:

5'-ГТАЦТГЦАГЦТГ-3'

Ответ. 5'-ГТАЦТГЦАГЦТГ-3'.

В. Посчитав число водородных связей в приведённых 6 молекулах ДНК, можно заметить, что для молекул с 12 парами оснований 1 новая связь повышает температуру плавления на 2°C :

число связей	28	29	30	31*	32	33
T_m	32°C	34°C	36°C	38°C	40°C	41°C

Знаком * помечен столбец, данные для которого не даны в условии, но следуют из выясненной зависимости.

Фрагмент двуцепочечной ДНК из пункта Б имеет 31 водородную связь, следовательно, его температура плавления равна 38°C .

Ответ. 38°C .

ЗАДАЧА Б. А. Пищевые цепи: α -б-в-ж-г
 α -б-в-ж-д
 α -е-в-ж-г
 α -е-в-ж-д.

Б. скорее всего, ушайка — В.

По условию, в её тканях $0,75 \text{ мг/кг}$ пестицидов. Тогда в организмах Б и Е (циклоп и дартия) будет $0,75 : 10 = 0,075 \text{ (мг/кг)}$.

В организме А (водоросль) — $0,00075$ ~~$0,00075$~~ $0,075 : 100 = 0,00075 \text{ (мг/кг)}$.

В воде — $0,00075 : 15 = 0,00005 \text{ (мг/кг)}$.

В организме Ж (рыба) — $0,75 \cdot 10 = 7,5 \text{ (мг/кг)}$.

В организме Б (чайка) — $7,5 \cdot 15 = 112,5 \text{ (мг/кг)}$.

В организме Г (щука) — $7,5 \cdot 4 = 30 \text{ (мг/кг)}$.

Теперь посчитаем количество пестицидов в каждом организме.

$$A: 0,00075 \text{ мг/кг} \cdot 0,2 \text{ мг} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ мг} \cdot 10^{-6} \text{ мг}^{-1} \cdot 2 \cdot 10^{-1} \text{ мг} = 15 \cdot 10^{-11} \text{ мг} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ мг}.$$

$$B: 0,075 \text{ мг/кг} \cdot 1 \text{ мг} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ мг} \cdot 10^{-6} \text{ мг}^{-1} \cdot 1 \text{ мг} = 7,5 \cdot 10^{-8} \text{ мг}.$$

$$B: 0,75 \text{ мг/кг} \cdot 12 = 7,5 \cdot 10^{-1} \text{ мг} \cdot 10^{-6} \text{ мг}^{-1} \cdot 10^3 \text{ мг} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ мг}.$$

$$Г: 112,5 \text{ мг/кг} \cdot 3002 = 112,5 \text{ мг} \cdot 10^{-6} \text{ мг}^{-1} \cdot 3 \cdot 10^5 \text{ мг} = 33,75 \text{ мг}.$$

$$A: 30 \text{ мг/кг} \cdot 2 \text{ кг} = 60 \text{ мг}.$$

$$E: 0,075 \text{ мг/кг} \cdot 2 \text{ мг} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ мг} \cdot 10^{-6} \text{ мг}^{-1} \cdot 2 \text{ мг} = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ мг}.$$

Ответ. В воде — 0,00005 мг/кг; в организме
 А — $1,5 \cdot 10^{-10}$ мг; в Б — $7,5 \cdot 10^{-8}$ мг; В — $7,5 \cdot 10^{-4}$ мг;
 Г — 33,75 мг; А — 60 мг; Е — $1,5 \cdot 10^{-7}$ мг.

ЗАДАЧА 1. ГАВБ.

ЗАДАЧА 3. АИОХЦ.

ЗАДАЧА 7. 17312.

ЗАДАЧА 9. Пусть расстояния $c_1 - p$,
 $c_2 - q$, $c_3 - r$, $c_4 - s$. Тогда $p+q+r+s=1$.

$$(p+q+r+s)^2 = p^2+q^2+r^2+s^2+2pq+2pr+2ps+2qr+2qs+2rs=1.$$

А. По условию:

$$\text{Красная} = 0,484 - c_1c_4, c_2c_4, c_3c_4 - 2ps + 2qs + 2rs,$$

$$\text{Чёрная} = 3x - c_4c_4 - s^2.$$

$$\text{Сизая} = x - c_1c_3, c_2c_3, c_3c_3 - 2pr + 2qr + r^2.$$

$$\text{Коричневая} = 0,028 - c_1c_2, c_2c_2 - 2pq + q^2.$$

$$\text{Белая} = 0,011 - c_1c_1 - p^2.$$

$$p^2 = 0,011, \quad p \approx 0,105 \quad (0,105^2 = 0,011025).$$

$$2pq + q^2 = 0,028, \quad (\text{Вычисления не привожу, ищутся в черновике})$$

$$q^2 + 2pq - 0,028 = 0,$$

$$q^2 + 0,21q - 0,028 = 0,$$

$$D = 0,21^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-0,028) = 0,0441 + 0,112 = 0,1561,$$

$$\sqrt{D} \approx 0,395,$$

$$q_1 = \frac{-0,21 + 0,395}{2} = 0,0925 \approx 0,093.$$

$$q_2 = \frac{-0,21 - 0,395}{2} < 0. \quad \text{— Не подходит по смыслу задачи!}$$

$$\text{Итак, } q = 0,093.$$

Найдём ~~то~~ долю чёрных и сизых гашей:

$$3x + x = 1 - 0,484 - 0,028 - 0,011,$$

$$4x = 0,477,$$

$$\text{Сизые: } x = \frac{0,477}{4} \approx 0,1192 \approx 0,12.$$

$$\text{Чёрные: } 3x = 3 \cdot 0,1192 = 0,3576 \approx 0,36.$$

$$3x = s^2,$$

$$0,36 = s^2,$$

$$s = 0,6.$$

$$\text{Итак, } p = 0,105, \quad q = 0,093, \quad s = 0,600.$$

$$r = 1 - p - q - s = 1 - 0,105 - 0,093 - 0,600 = 1 - 0,798 =$$

$$= 0,202.$$

02-68-29-37
(37.13)

~~Ответ. $p=0,105, q=0,093, r=0,202, s=0,600$.~~

Б. Ответ.

~~Ответ. $p=11\%, q=9\%, r=20\%, s=60\%$.~~

Б. Число черных и сирых гашубей было рассчитано в пункте А (0,477). Проверим по частотам аллелей: $s^2 + r^2 + 2(pr + qr) = 0,36 + 0,041 + 2 \cdot (0,021 + 0,019) = 0,36 + 0,041 + 0,08 = 0,481$.

0,477 — это 48%.

0,481 — это 48%.

Ответ. 48%.

В.

Ответ на пункт А. $c_1 = 11\%, c_2 = 9\%$,

$c_3 = 20\%, c_4 = 60\%$.

В. Белые гашуби: $c_1 c_1 - p^2 = 0,11^2 = 0,0121$.

Коричневые гашуби: $c_2 c_2 - q^2 = 0,09^2 = 0,0081$.

Сирые (непородистые): ~~нет~~ неважно.

Чёрные гашуби: $c_4 c_4 - 0,60^2 = s^2 = 0,3600$.

$0,0121 + 0,0081 + 0,3600 = 0,3802$.

Белые: $\frac{0,0121}{0,3802} \approx 0,031$. (3%)

Коричневые: $\frac{0,0081}{0,3802} \approx 0,02$. (2%)

Чёрные: $\frac{0,3600}{0,3802} \approx 0,95$. (95%)

Ответ. Белые — 3%, Коричневые — 2%, чёрные — 95%.

ЧЕРНОВИК

N^o 6 (продолжение)

$\delta: 0,075 \frac{\text{м}}{\text{к}} \cdot 1 \text{ м} = \frac{0,075 \text{ м}^2}{10^6 \text{ м}} = 7,5 \cdot 10^{-8} \text{ м},$

$e: 0,075 \frac{\text{м}}{\text{к}} \cdot 2 \text{ м} = 15 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$

$b: 0,75 \frac{\text{м}}{\text{к}} \cdot 12 = 7,5 \cdot 10^{-1} \text{ м} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-1} \cdot 10^3 \text{ м} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$

$\kappa: 7,5 \text{ м} \cdot \text{к}^{-1} \cdot 302 = 22,5 \text{ м} \cdot 10^6 \text{ м}^{-1} \cdot 10^3 \text{ м} = 0,225 \text{ м}.$

$z: 112,5 \text{ м} \cdot \text{к}^{-1} \cdot 3002 = 337,5 \cdot \text{м} \cdot 10^{-6} \text{ к}^{-1} \cdot 10^3 \text{ м} = 0,3375 \text{ м}.$

$\sigma: 30 \text{ м} \cdot \text{к}^{-1} \cdot 2 \text{ к} = 60 \text{ м}.$

$\begin{array}{r} 8100 \quad 3802 \\ - 4604 \quad 0,021 \\ \hline 4960 \end{array}$

$1 - 0,02 - 0,03 = 1 - 0,05 = 0,95$

N^o 7.

N^o 8.

1. 5'-Г А Г Т Ц А Ц А Т Ц ТТ-3'
 3'-Ц Т Ц А Г Т Г Т А Г А Ц-5'
 2. 5'-Г Т Ц А Ц Т Ц А Т А Г Т-3'
 3'-Ц А Г Т Г А Г Т А Т Ц А-5'
 3. 5'-А Г Ц Т Г Ц Т А Г А Ц Г-3'
 3'-Т Ц Г А Ц Г Ц Т Ц Т Г Ц-5'

~~3802
12100
4960
21400
6940~~

~~12100
4960
21400
6940~~

50 - 36°C
 29 - 34°C
 32 - 40°C
 28 - 32°C
 (10) 28 - 36°C
 121 33 - 42°C

Зависит от числа вод. связей и поэтому от соотношения кт и цт пар) и от длины мол.м.

Для 12: 28 29 30 31 32 33
 32°C 34°C 36°C 38°C 40°C 42°C

ЧЕРНОВИК

№ 2. А.

№ 3. А и О X Ц.

№ 4. МЕАА.

№ 5. А — плоские черви, Б — илокопные, В — стрекающие (кишечная полость)

№ 9. С₁ — белая — рецес. ко всем

С₂ — кор.

С₃ — сизая

С₄ — черная

$C_3 > C_2 > C_1$

С₄С₄ — черн.,

С₄ — — тёмные (пролет.)

1. Крашени.: 0,484. С₄ — $(2ps + 2qs + 2rs)(C_4C_1, C_4C_2, C_4C_3)$

2. Черн. — 3X С₄С₄ (S²)

3. Сизая — X. С₃ — $(r^2 + 2prt + 2qr^2)$ (C₃C₃, C₃C₂, C₃C₁)

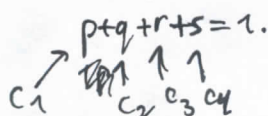
4. Кор. — 0,028. С₂ — $(q^2 + 2pq)$ (C₂C₂, C₂C₁)

5. Белые — 0,011. С₁С₁ (P²)

$$(p+q+r+s)(p+q+r+s) = p^2 + pq + pr + ps + pq + q^2 + qr + qs +$$

$$+ pr + qr + r^2 + rs + ps + q^2 + rs + s^2 = p^2 + q^2 + r^2 + s^2 + 2pq + 2pr +$$

$$+ 2ps + 2qr + 2qs + 2rs = 1.$$



ЧЕРНОВИК

$$4x = 1 - 0,011 - 0,028 - 0,484 = 1 - 0,523 = 0,477.$$

$$x = 0,477 : 4 \approx 0,1192 \approx 0,12.$$

$$0,36 - c_4 c_4.$$

$$(5) c_4 \approx 0,6.$$

$$3x = 0,3576$$

$$\begin{array}{r} 0,477 \\ \underline{0,4} \\ 0,077 \\ \underline{0,07} \\ 0,007 \\ \underline{0,006} \\ 0,001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,484 \\ \underline{0,48} \\ 0,004 \\ \underline{0,004} \\ 0,000 \end{array}$$

~~Handwritten scribbles~~

$$\begin{aligned} \sqrt{0,011} &= \sqrt{\frac{11}{1000}} = \sqrt{\frac{11}{10^2 \cdot 10}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{11}{10}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{11}{10^2 \cdot 0,1}} = \\ &= 0,01 \cdot \sqrt{\frac{11}{0,1}} = 0,01 \cdot \sqrt{110}. \end{aligned}$$

$$10 < \sqrt{110} < 11. \quad a_1 = 10,5. \quad \left(a_1 + \frac{110}{a_1}\right) : 2 = a_2.$$

$$\frac{10,5 + 10,48}{2} \approx \frac{20,98}{2} = 10,49.$$

$$\begin{array}{r} 1100 \\ \underline{105} \\ 50 \\ \underline{0} \\ 500 \\ \underline{420} \\ 800 \\ \underline{735} \\ 650 \\ \underline{630} \\ 200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11000 \\ \underline{1049} \\ 5100 \\ \underline{4196} \\ 9040 \\ \underline{8402} \\ 6380 \\ \underline{6297} \\ 883 \end{array}$$

$$\frac{1049}{10,486} \approx 10,49.$$

$$\frac{10,49 + 10,49}{2} = 10,49.$$

$$\sqrt{110} \approx 10,49.$$

$$\sqrt{0,011} \approx 0,1049 \approx 0,105.$$

ЧЕРНОВИК

$$\begin{array}{r} \times 105 \\ 105 \\ + 525 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$C_1(p) \approx 0,105 \quad (0,105^2 = \frac{11025}{1000000} = 0,011025 \approx 0,011)$$

~~$$q^2 + 2pq = 0,028$$~~

~~$$0,011025 + 2p \cdot 0,105 = 0,028,$$~~

~~$$0,011025 + 0,210p = 0,028,$$~~

~~$$0,210p = 0,016975,$$~~

$$\begin{array}{r} 0,028000 \\ 0,011025 \\ \hline 0,016975 \\ , \end{array}$$

~~$$(c_2) p \approx 0,081$$~~

~~$$\begin{array}{r} 0,016,975 \quad | 210 \\ \hline 169 \\ - 0 \\ \hline 1697 \\ - 1680 \\ \hline 1750 \\ - 1680 \\ \hline 70 \end{array} \quad | 210 \\ \hline 0,0808 \approx 0,081$$~~

~~$$\begin{aligned} q^2 + 2pq &= 0,028, \\ q(q + 2p) &= 0,028, \\ q^2 + 2pq - 0,028 &= 0, \\ q^2 + 0,210q - 0,028 &= 0. \end{aligned}$$~~

$$\begin{aligned} D &= 0,210^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-0,028) = \\ &= 0,0441 + 0,112 = 0,1561 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,210 \\ 0,210 \\ \hline 000 \\ + 210 \\ \hline 420 \\ \hline 0,044100 = 0,0441 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 39,5 \\ 39,5 \\ \hline 15775 \\ + 3555 \\ \hline 1185 \\ \hline 1560,25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 29 \\ 29 \\ \hline + 261 \\ 58 \\ \hline 841 \end{array}$$

$$\sqrt{D} \approx \cancel{0,395} 0,395$$

$$\begin{array}{r} \times 39 \\ 39 \\ \hline + 351 \\ 117 \\ \hline 1521 \end{array}$$

$$q_1 = \frac{-0,21 + 0,395}{2} = \frac{0,185}{2} = 0,0925 \approx 0,093.$$

$$q_2 < 0.$$

$$(c_2) q_1 \approx 0,093.$$

ЧЕРНОВИК

$$r = 1 - s - p - q = 1 - 0,6 - 0,105 - 0,093 = 0,202$$

$$\begin{array}{r} \times 0,202 \\ 0,105 \\ \hline 1010 \\ 000 \\ \hline 702 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,202 \\ 0,202 \\ \hline 404 \\ + 000 \\ \hline 404 \\ \hline 004080 \end{array} \rightarrow 4 \approx 0,041$$

$$\begin{array}{r} \times 0,202 \\ 0,093 \\ \hline 0,798 \\ \hline 0,021210 \approx 0,021 \end{array}$$

$$0,202^2 + 2 \cdot (0,202 \cdot 0,105 + 0,202 \cdot 0,093) = 0,041 + 2 \cdot (0,021 + 0,019) = 0,041 + 2 \cdot 0,040 = 0,041 + 0,080 = 0,121 \approx 0,12$$

$$\begin{array}{r} \times 0,202 \\ 0,093 \\ \hline 606 \\ \hline 0018786 \approx 0,019 \end{array}$$

B. ~~$p^2(C_1 C_1) = 0,1^2 = 0,01$~~ ~~$q^2(C_2 C_2) = 0,09^2 = 0,0081$~~

$$121 : 81 : 400 = 3600$$

$$\begin{aligned} p^2(C_1 C_1) &= 0,1^2 = 0,0121 \\ q^2(C_2 C_2) &= 0,09^2 = 0,0081 \\ r^2(C_3 C_3) &= 0,2^2 = 0,0400 \\ s^2(C_4 C_4) &= 0,6^2 = 0,3600 \end{aligned}$$

N^o 6. B - 0,75 м/к

а-б-в-г-д
а-б-в-г-д
а-е-б-г-д
а-е-б-г-д

$$\begin{array}{r} \times 7,5 \\ 15 \\ \hline 375 \\ + 75 \\ \hline 112,5 \end{array}$$

↑
0,75 м/к

вода - 0,0005 м/к

б, е - 0,075 м/к
а - 0,0075 м/к
г - 7,5 м/к
д - 12,5 м/к
ж - 30 м/к

$$\begin{aligned} \alpha &: 0,0075 \text{ м} \cdot 0,2 \text{ м} = \\ &= \frac{1 \text{ м}}{1000000 \text{ м}} = 15 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-6} = \\ &= 15 \cdot 10^{-10} \text{ м} \end{aligned}$$