



37-20-37-88  
(37.23)



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

Вариант 1

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников «Ломоносов - 2020»

по Биологии

Котельнишовой Анастасии Львовны

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«15» февраля 2020 года

Подпись участника

AK

37-20-37-88  
(37.23)

Чистовик

N1

A 2 +

Б 3 -

В 1 +

Г 4 -

N2

A +

N3

Д И Л Ф Ч

+ - - - -

N4

1 Ж +

2 Е +

3 Д +

4 А +

N5

А) ресничные черви +

Б) кольчатые черви -

В) стрекающие +

N7

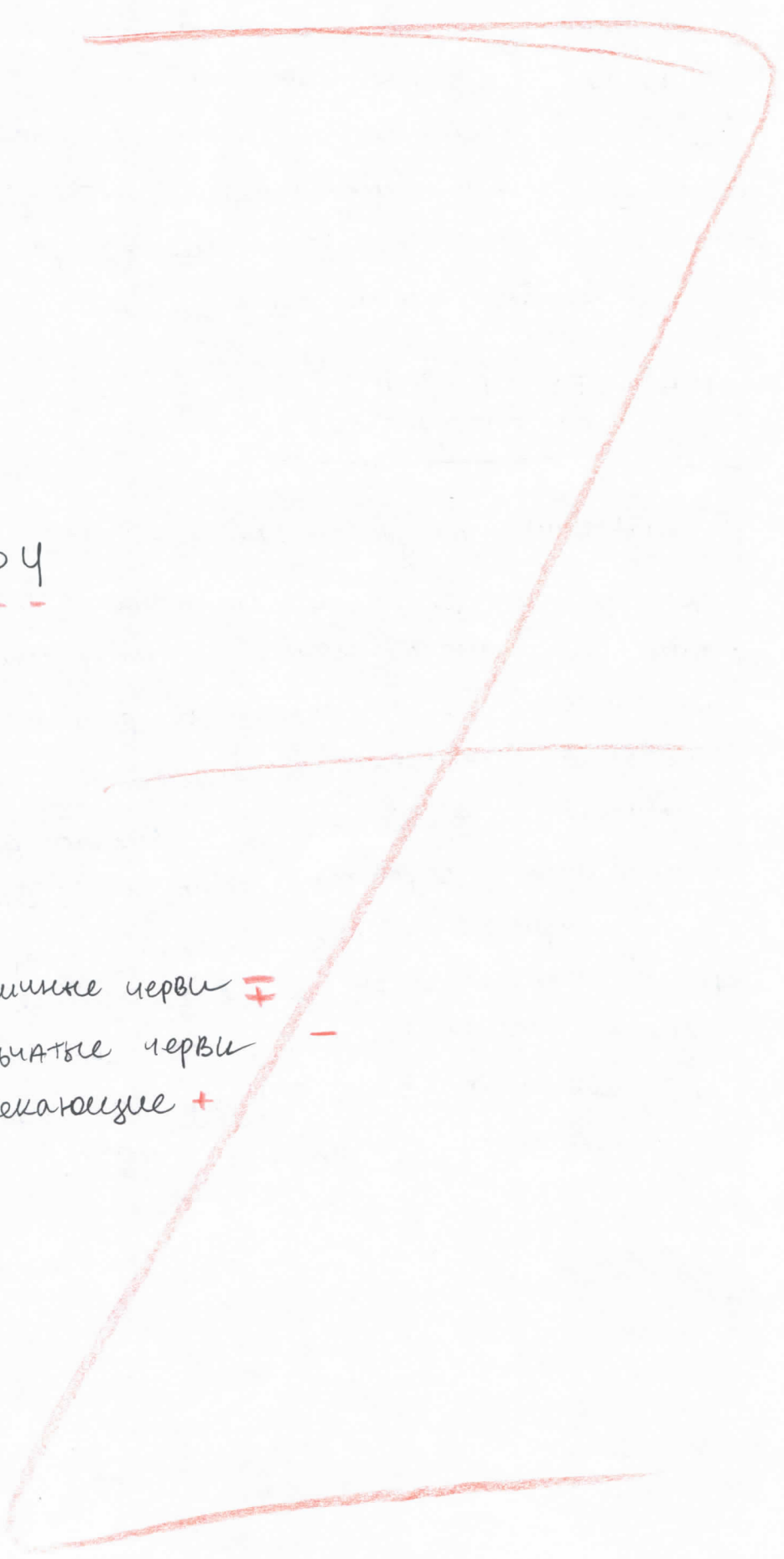
А 8 +

Б 7 +

В 6 +

Г 12 -

Д 13 +



## ЧИСТОВИК

№ 8

А). от длины участка (чем длиннее - тем выше  $t^\circ$  плавления), а также от количества Г-Ц связей (чем больше - тем выше  $t^\circ$  плавления), поскольку между нуклеотидами А-Т две водородные связи, а между Г-Ц - три  $\Rightarrow t^\circ$  плавления для Г-Ц связи выше, чем для А-Т.

Б) 
$$\begin{array}{c} 5' \text{ - Ц А Г Ц Т Г Ц А Г Т А Ц } 3' \\ 3' \text{ - Г Т Ц Г А Ц Г Т Ц А Т Г - } 5' \end{array}$$
 +  
ответ

В)  $t^\circ$  плавления для участка выше -  $38^\circ\text{C}$ .

т.к. при наблюдении за данными в задаче фрагментами можно вывести закономерность:

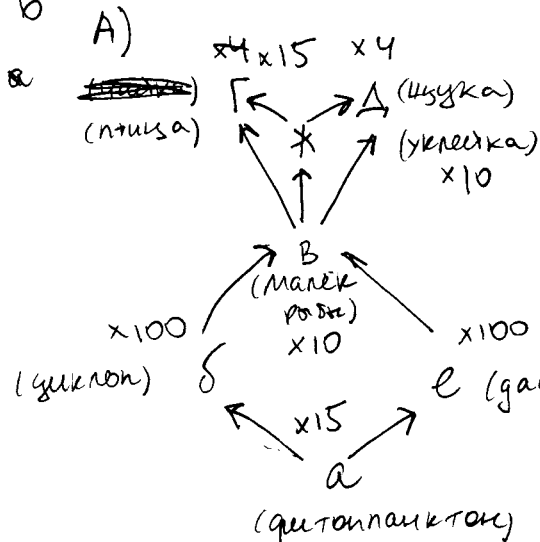
при наличии 12 пар нуклеотидов различие в  $t^\circ$  плавления зависит от количества Г-Ц пар (с добавлением одной пары Г-Ц вместо А-Т  $t^\circ$  плавления возрастает ровно на  $2^\circ\text{C}$ ).

так в примере 1) Г-Ц составляют 6 пар из 12, при  $t^\circ$  плавления  $= 36^\circ\text{C}$ , а в 3) Г-Ц - 8 пар из 12, при  $t^\circ$  плавления  $40^\circ\text{C}$ .  $\Rightarrow$  участок, данный в Б), имеющий 7 пар Г-Ц из 12 будет иметь промежуточную  $t^\circ$  плавления  $38^\circ\text{C}$ . +

37-20-37-88  
(37.23)

Чистовик

№ 6



консументы III / IV

консументы III

консументы II

консументы I

продуцента

Б) решение + ответ

- 1) в уклейке (\*) -  $0,75 \text{ мг/кг}$ , при  $m = 30 \text{ г}$ .  
 $\Rightarrow$  она содержит  $0,75 \cdot 0,03 = 22,5 \cdot 10^{-3} \text{ мг}$  пестицидов.
- 2) в (Б) концентрация в  $\times 10$  раз меньше, чем в (\*):  
 $= 0,75 : 10 = 0,075 \text{ мг/кг}$ .
- 3) в (Б) кол-во пестицидов при  $m = 1 \text{ г} = 0,075 \cdot 0,01 =$   
 $= 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ мг}$
- 4) в (Б) и (в) конц. в  $\times 10$  раз меньше, чем в (Б) =  
 $= 0,0075 \text{ мг/кг}$
- 5) в (Б) кол-во пестицидов при  $m = 1 \text{ мг} = 0,0075 \cdot 1 \cdot 10^{-6} =$   
 $= 7,5 \cdot 10^{-10} \text{ мг}$
- 6) в (в) кол-во пестицидов при  $m = 2 \text{ мг} = 15 \cdot 7,5 \cdot 10^{-10} \cdot 2 =$   
 $= 15 \cdot 10^{-9} \text{ мг}$
- 7) в (а) конц. в  $\times 100$  раз меньше, чем в (Б) и в (в) =  
 $= 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ мг/кг}$
- 8) в (а) кол-во пестицидов при  $m = 0,2 \text{ мг} = 7,5 \cdot 10^{-6} \cdot$   
 $\cdot 2 \cdot 10^{-7} = 15 \cdot 10^{-12} \text{ мг}$
- 9) в воде конц. пестицидов в  $\times 15$  раз меньше, чем в продуцентах (а) =  $5 \cdot 10^{-6} \text{ мг/кг}$
- 10) в (2) конц. пестицидов выше в  $\times 15$ , чем в (\*) =  
 $= 0,75 \cdot 15 = 11,25 \text{ мг/кг}$
- 11) кол-во пестицидов в (2) при  $m = 300 \text{ г} = 11,25 \cdot 0,3 = 3,375 \text{ мг}$
- ~~12) конц. пестицидов~~

Чистовик

12) кон-во пестушков в (g) в 4 раза больше, чем в (\*).  
 $\varnothing (*) = 0,75 \cdot 4 = 3 \text{ мг/кг}$

13) кон-во пестушков в (g) при  $m = 2 \text{ кг} = 3 \cdot 2 = \underline{6 \text{ мг}}$

N 9

Б) промежут.	$C_4$ — ( $C_3/C_2/C_1$ )	$484/1000 = 48,4\%$
• черные	$C_4 C_4$	$3 \times \underline{357} = \underline{35,7\%}$
• синие	$C_3$ — ( $C_3/C_2/C_1$ )	$\times \underline{119} = \underline{11,9\%}$
коричневые	$C_2$ — ( $C_2/C_1$ )	$28/1000 = 2,8\%$
белые	$C_1 C_1$	$11/1000 = 1,1\%$

пусть синие -  $x$ , а черные -  $3x$ .

тогда  $4x = 1000 - (484 + 28 + 11)$

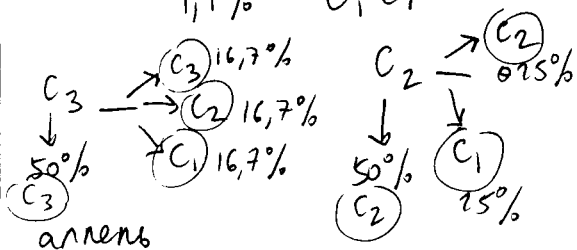
$4x = 477$

$x = 119$ , а черных =  $119 \cdot 3 = 357 \text{ шт.}$

A) 48,4%	$C_4$	$\frac{0,5}{C_3/C_2/C_1}$
35,7%	$C_4$	$\frac{0,5}{C_4}$
11,9%	$C_3$	$\frac{0,5}{C_3/C_2/C_1}$
2,8%	$C_2$	$\frac{0,5}{C_2/C_1}$
1,1%	$C_1$	$\frac{0,5}{C_1/C_1}$

вероятность  $C_3/C_2/C_1$  на II-ом этапе =  $\frac{1}{3} \cdot 50\% = \approx 16,7\%$

все гены наследуются равновероятно  
 $\Rightarrow$  наследование известного гена = 50%, а неизвестного — либо 16,7% в случае, если возможно 3 варианта гена (у синих и белых птиц), либо 25% в случае, если возможно 2 варианта гена (у коричневых птиц)



ген  $C_4$  есть только у белых и черных птиц, т.к. он определяет их окраску.  $\Rightarrow$  у других птиц его нет.

Частота аллеля  $C_4 = 35,7\% + \frac{1}{2}$  от  $48,4\% = 35,7 + 24,2 = 59,9\% (\approx 60\%)$ .

## Чистовик

- аллель  $C_3$  есть у синих птиц, а также может быть у темных на втором месте.

$$\begin{aligned} \text{Вероятности его в популяции в гамету} &= 50\% \text{ от } 11,9\% + \\ &+ 16,7\% \text{ от } 11,9\% + 16,7\% \text{ от } 48,4\% = 5,95 + 2 + 7,8 = \\ &= \sim 16\% \end{aligned}$$

- аллель  $C_2$  есть у коричневых птиц, а также может быть у синих и темных.

$$\begin{aligned} \text{Его частота} &= 50\% \text{ от } 2,8\% + 25\% \text{ от } 28\% + \\ &+ 16,7\% \text{ от } 11,9\% + 16,7\% \text{ от } 48,4\% = 1,4 + 0,7 + 2 + 7,8 = \\ &= \sim 12\% \end{aligned}$$

- аллель  $C_1$  может быть у любых птиц, кроме черных, его вероятность =  $100\% \text{ от } 1,1\% + 25\% \text{ от } 28\% + 16,7\% \text{ от } 11,9\% + 16,7\% \text{ от } 48,4\% = 1,1 + 0,7 + 2 + 7,8 = \sim 12\%$

$$\begin{aligned} \text{т.е. соотношение } C_1 : C_2 : C_3 : C_4 &= 12 : 12 : 16 : 60 = \\ &= 3 : 3 : 4 : 15 \end{aligned}$$

В) Чистопородные голуби = чистые линии

$\Rightarrow$  голуби белые

белые	—	$C_1 C_1$		поскольку нам известны частота встречаемости этих аллелей в популяции, можем найти частоту встречаемости их у "родителей";
коричневые	—	$C_2 C_2$		
синие	—	$C_3 C_3$		
черные	—	$C_4 C_4$		

поскольку каждый голубь из чистых линий содержит только удвоенный вариант одного из аллелей, то соотношение между чистопородными голубями разных окрасок можно считать равным соотношению частот встречаемости этих аллелей в современной популяции =  $\approx C_1 : C_2 : C_3 : C_4 = 3 : 3 : 4 : 15$ , что соответствует 12%, 12%, 16% и 60%.

Черновики

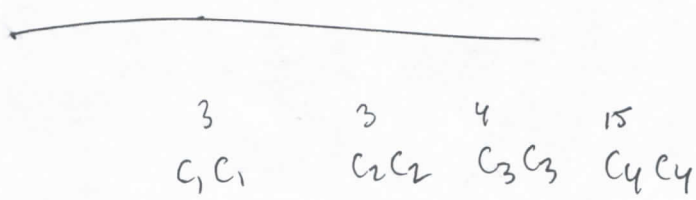
$$C_4: 35,7 + 24,2 = 59,9\% (\sim 60\%)$$

$$C_3: 5,95 + 7,8 + 1,9 = 15,65\% (16\%)$$

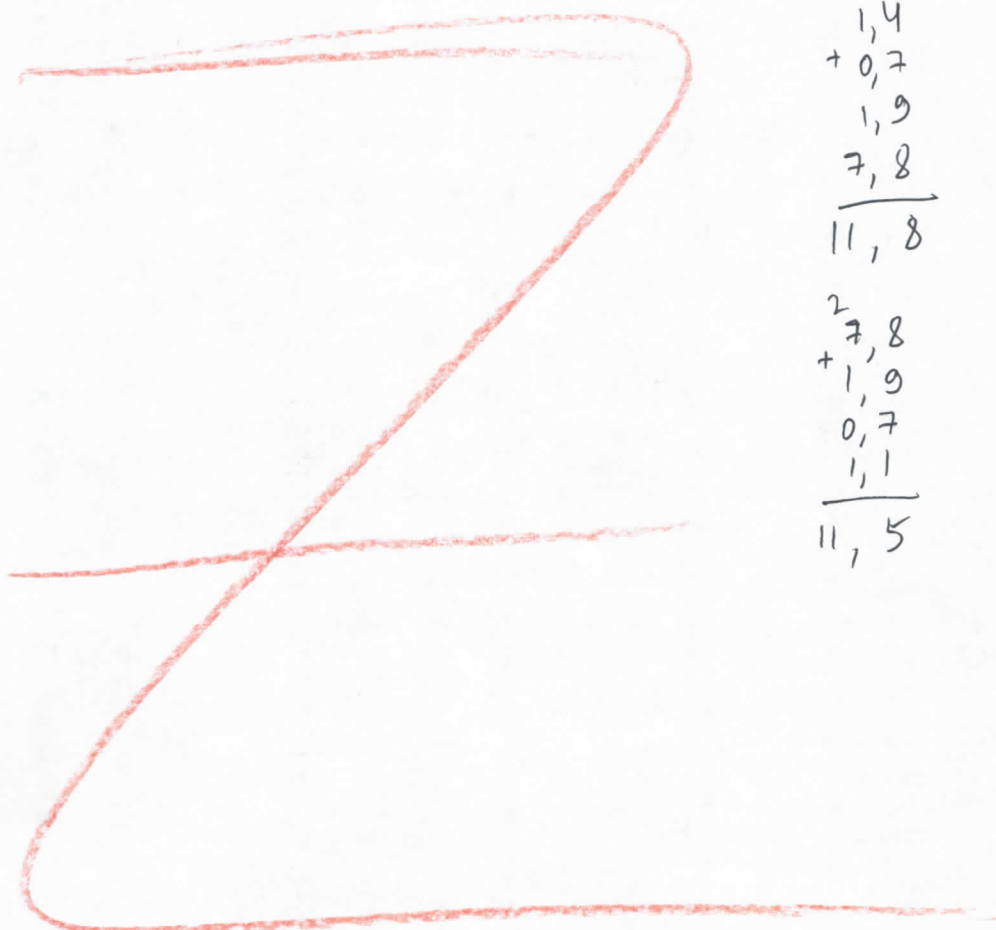
$$C_2: 1,4 + 0,7 + 1,9 + 7,8 = 11,8\% (12\%)$$

$$C_1: 1,1 + 0,7 + 1,9 + 7,8 = 11,5\% (12\%)$$

$$\begin{array}{r} 11,9 \\ \times 0,167 \\ \hline 165 \\ 119 \\ \times 0,167 \\ \hline 1833 \\ 714 \\ 119 \\ \hline 1,9873 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 2 \\ 5,95 \\ + 7,8 \\ 1,9 \\ \hline 15,65 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 2 \\ 1,4 \\ + 0,7 \\ 1,9 \\ 7,8 \\ \hline 11,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 7,8 \\ + 1,9 \\ 0,7 \\ 1,1 \\ \hline 11,5 \end{array}$$

Черновик

A 4  
 Б 7  
 В 6  
 Г  
 Д 13

~~1000~~  
~~802~~  
~~477~~  
~~119~~  
358

1 кг = 1000 г    1 г = 1 · 10<sup>-3</sup> кг  
 1 г = 1000 мг    1 мг = 1 · 10<sup>-3</sup> г = 1 · 10<sup>-6</sup> кг

~~7,8~~  
~~+ 0,08~~  
~~0,047~~  
~~7,927~~

~~Частота C<sub>2</sub>: 9,08 + 0,047 + 7,8 =~~  
~~= 7,9 ~ 8%~~

~~Частота C<sub>1</sub>: 0,11 + 0,047 +~~

~~Частота C<sub>3</sub>: 3,45 + 1,15 + 7,8 =~~  
~~= ~~8,6%~~ 12,4%~~

~~Частота C<sub>2</sub>: 2,1 + 1,15 +~~  
~~+ 7,8 = ~~8,1%~~ 11,05%~~

~~Частота C<sub>1</sub>:~~

~~0,11 + 0,7 + 1,15 +~~  
~~+ 7,8 = ~~11,05%~~ 10,75%~~  
~~~ 11%~~

~~1,15~~  
~~+ 2,1~~  
~~7,8~~  
~~0,8~~

1,1  
 + 0,7  
 1,15  
 7,8  
10,75

<sup>99</sup>  
 1000  
 - 357  
643

~~484~~  
~~39~~  
~~477~~  
~~523~~  
<sup>99</sup>  
 1000  
 - 477  
523  
 1  
 0,345  
 + 0,115  
 7,8  
8,260  
 1  
 0,21  
 + 0,115  
 7,8  
8,125  
 1  
 7,8  
 + 0,11  
 0,07  
 0,115  
8,095

<sup>4</sup>  
 0,69  
 × 0,5  
0,345  
~~0,345~~  
<sup>6</sup>  
 0,69  
 × 0,167  
1,1523  
 1,483  
 414  
 69  
0,11523  
<sup>4</sup>  
 0,28  
 × 0,75  
1,40  
 196  
0,2100

1,15  
 + 2,1  
 7,8  
11,05

1 1  
 3,45  
 + 1,15  
 7,8  
12,40

477 | 4  
07 | 119 ~  
37 |  
 1  
<sup>99</sup>  
 1000  
 - 596  
404



$$\begin{array}{r} 2,8 \\ + 0,28 \\ 0,047 \\ \hline 6,127 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2,8 \\ + 0,047 \\ 0,14 \\ \hline 7,987 \end{array}$$

ЧЕРНОВИК  
 5' 12п.  
 ЦАГЦТГЦАГТАЦЗ' 7п.  
 3' ГТЦГАЦГ+ЦАТГ 5' → 38°

- 12п.  
 1) 6 п. 36°  
 2) 5 п. 34°  
 3) 8 п. 40°
- 12п.  
 4) 4 п. 32°  
 5) 8 п. 36°  
 6) 9 п. 42°

Частота  
 аннея  $C_4 =$   
 $= 20,7 + 24,2 = 44,9\%$   
 $\approx 45\%$

Частота аннея  $C_3 =$   
 $0,14 + 0,11 + 0,07 = 0,32$   
 $0,28 + 0,047 + 2,8 =$   
 $= 3,127 \approx 7,9\% \approx 8\%$

анн.  
 C<sub>1</sub> - белый - рецессивный  
 C<sub>2</sub> - коричневый  
 C<sub>3</sub> - серый

C<sub>4</sub> - черный C<sub>4</sub>C<sub>4</sub> - черный, C<sub>4</sub> - пром. (темный)

48,4% C<sub>4</sub> - 484/1000  
 35,7% C<sub>4</sub>C<sub>4</sub> - шег. (3x) 357/1000  
 11,9% C<sub>3</sub>C<sub>2</sub>C<sub>1</sub> - 119/1000  
 2,8% C<sub>2</sub>C<sub>1</sub> - 28/1000  
 1,1% C<sub>1</sub>C<sub>1</sub> - 11/1000

414 + 484 = 898

$$\begin{array}{r} 48,4 \\ \times 0,167 \\ \hline 35,88 \\ 260,84 \\ + 484 \\ \hline 77,828 \end{array}$$

898 - шегут анн.  
 аннея C<sub>4</sub> × 0,11 = 98,78

$$\begin{array}{r} 2 \\ 69 \\ \times 3 \\ \hline 207 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 484 \\ - 99 \\ \hline 385 \\ - 1000 \\ \hline - 615 \\ \hline 477 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,8 \\ \times 0,167 \\ \hline 0,4676 \end{array}$$

C<sub>4</sub> - 484 × 0,167 = 80,828  
 C<sub>3</sub> - 119 × 0,167 = 19,873  
 C<sub>2</sub> - 28 × 0,167 = 4,676  
 C<sub>1</sub> - 11 × 0,167 = 1,837

$$\begin{array}{r} 277 \\ \times 119 \\ \hline 37 \\ \hline 69 \end{array}$$

C<sub>3</sub> - 119 × 0,25 = 29,75  
 C<sub>2</sub> - 28 × 0,25 = 7  
 C<sub>1</sub> - 11 × 0,25 = 2,75

29,75 + 7 + 2,75 = 39,5

$$\begin{array}{r} 0,5 \\ \times 48,4 \\ \hline 24,2 \\ 20 \\ 40 \\ 20 \\ \hline 24,20 \end{array}$$

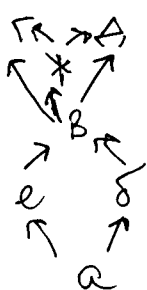
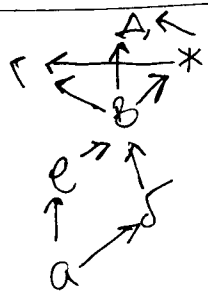
$$\begin{array}{r} 45 \\ 0,28 \\ \times 0,167 \\ \hline 196 \\ 168 \\ 28 \\ \hline 0,04676 \end{array}$$

ЧЕРНОВИК

А) протоцермидин  $\Rightarrow$  реснитчатые черви  
 три зарод. листка  
нет анального отверстия  
есть нервная система

Б) вторая полость тела  $\Rightarrow$  кольчатые черви  
 три зарод. листка  
радиальная симметрия  
нервная система

В) два зарод. листка  $\Rightarrow$  стрекотопные  
нет анального отверстия  
рад. симметрия  
есть нервная система



A - 3 мг/кг (6 мг)  $\times 10$   
 \* - 0,75 мг/кг (30 г)  $0,0225 \frac{\text{мг}}{\text{кг}}$   
 B - 0,075 мг/кг = ~~75 мг/г~~  $75 \cdot 10^{-6} \text{ мг}$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 0,75 \\ \hline 30 \\ \hline 2250 \\ 2 \\ \times 0,75 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 750 \\ \hline 30 \\ \hline 22500 \end{array}$$

$$0,75 \text{ мг/кг} = 750 \text{ мг/г} = 22500 \text{ мг} = 22,5 \text{ г}$$

$$30 \text{ г} = 0,03 \text{ кг}$$

$$\begin{array}{r} 0,75 \\ \times 0,03 \\ \hline 0,0225 \text{ мг} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,075 \\ \times 0,001 \\ \hline 0,000075 \text{ мг} \end{array}$$

$$22,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 0,75 \\ \hline 375 \\ 75 \\ \hline 11,25 \\ \times 11,25 \\ \hline 3,375 \end{array}$$