



0 498280 950007

49-82-80-95

(119.1)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 11 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по генетике
профиль олимпиады

Фраменковой Василисы Игоревны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

13:31-15:36

Дата

«29» марта 2026 года

Подпись участника

В.Фед

71 балл

Задание 1.

листок ①

Закон Харди-Вайнберга заключается в том, чтобы выразить вероятность каждого генотипа в популяции через частоты аллелей, и если сложить все вероятности, то получится 1. Вероятность негетерозиготного генотипа при этом равна вероятности того, что получится определённый набор аллелей, перемноженной на количество перестановок этих аллелей (так происходит потому, что определённый генотип мог получиться в результате смешения разных пар родительских гамет). Из этих соображений частота генотипов равна:

$$AAAA : p^4 \cdot C_4^4 = p^4$$

$$Aaaa : p \cdot q^3 \cdot C_4^1 = 4pq^3$$

$$AAaa : p^2 \cdot q^2 \cdot C_4^2 = 6p^2q^2$$

$$AAAa : p^3 \cdot q \cdot C_4^3 = 4p^3q$$

$$aaaa : q^4 \cdot C_4^0 = q^4$$

Итого:

$$p^4 + 4p^3q + 6p^2q^2 + 4pq^3 + q^4 = 1.$$

Если $q = 0,5$, то $p = 1 - 0,5 = 0,5$.

В такой популяции может быть 5 различных генотипов.

$$AAAA : 0,5^4 = 0,0625$$

$$Aaaa : 4 \cdot 0,5 \cdot 0,5^3 = 4 \cdot 0,5^4 = 0,25$$

$$AAaa : 6 \cdot 0,5^2 \cdot 0,5^2 = 6 \cdot 0,5^4 = 0,375$$

$$AAAa : 4 \cdot 0,5^3 \cdot 0,5 = 4 \cdot 0,5^4 = 0,25$$

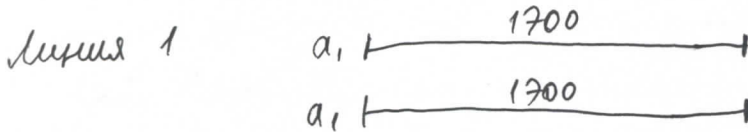
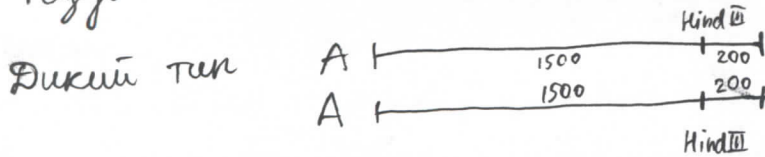
$$aaaa : 0,5^4 = 0,0625$$

P.S. $C_k^n = \frac{k!}{n!(k-n)!}$

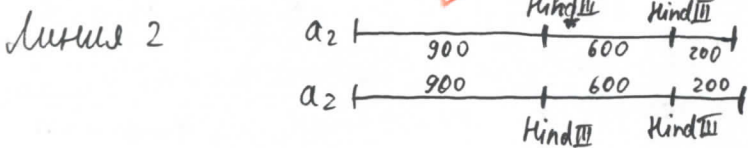
② системик

Задача 3.

Результаты генотипирования:

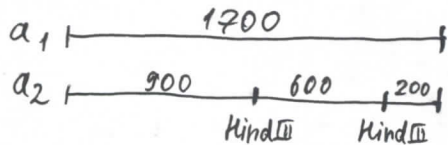


(нет сайтов рестрикции)



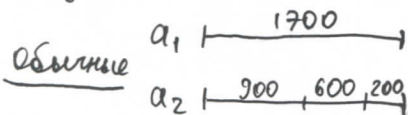
Возможно не все группы вписались, позиция сайта рестрикции

При скрещивании мутантных рецессивных гомозигот F₁ получается единообразными (a₁a₂):

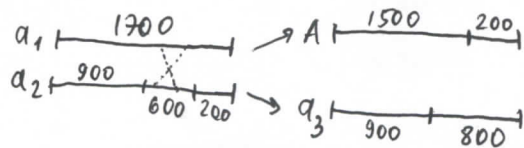


В F₂ дикий тип мог получиться только в результате кроссинговера в точке между 2 сайтами рестриктазы HindIII (это мог быть кроссинговер между геном A и другим геном, либо между геном A и центроммерой).

Родительские гаметы:



Кроссоверные



длины фрагментов	a ₁	a ₂	A	a ₃
a ₁	1700 (a ₁ a ₁)	1700, 900, 600, 200 (a ₁ a ₂)	1700, 1500, 200 (a ₁ A)	1700, 900, 800 (a ₁ a ₃)
a ₂	1700, 900, 600, 200 (a ₁ a ₂)	900, 600, 200 (a ₂ a ₂)	1500, 900, 600, 200 (a ₂ A)	900, 800, 600, 200 (a ₂ a ₃)
A	1700, 1500, 200 (a ₁ A)	1500, 900, 600, 200 (a ₂ A)	1500, 200 (AA)	1500, 900, 800, 200 (a ₃ A)
a ₃	1700, 900, 800 (a ₁ a ₃)	900, 800, 600, 200 (a ₂ a ₃)	1500, 900, 800, 200 (a ₃ A)	900, 800 (a ₃ a ₃)

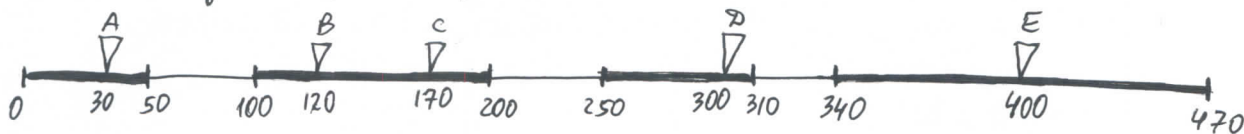


49-82-80-95
(119.1)

Задание 4.

числовик (3)

Генетическая карта с примерными координатами сайтов для праймеров:



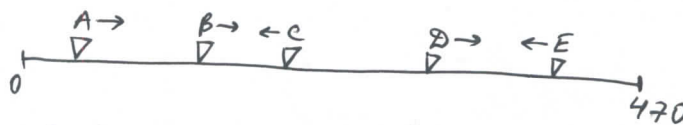
При стандартные интроны вырезаются внутри гена, значит, темными цветом обозначены экзоны.

В ПЦР всегда используется прямой и обратный праймер, и результатом электрофореза будет участок гена, заключенного между сайтами этих праймеров, с вырезанными интронами. Рассмотрим длины продуктов ПЦР, если бы прямыми и обратными праймерами были попарно:

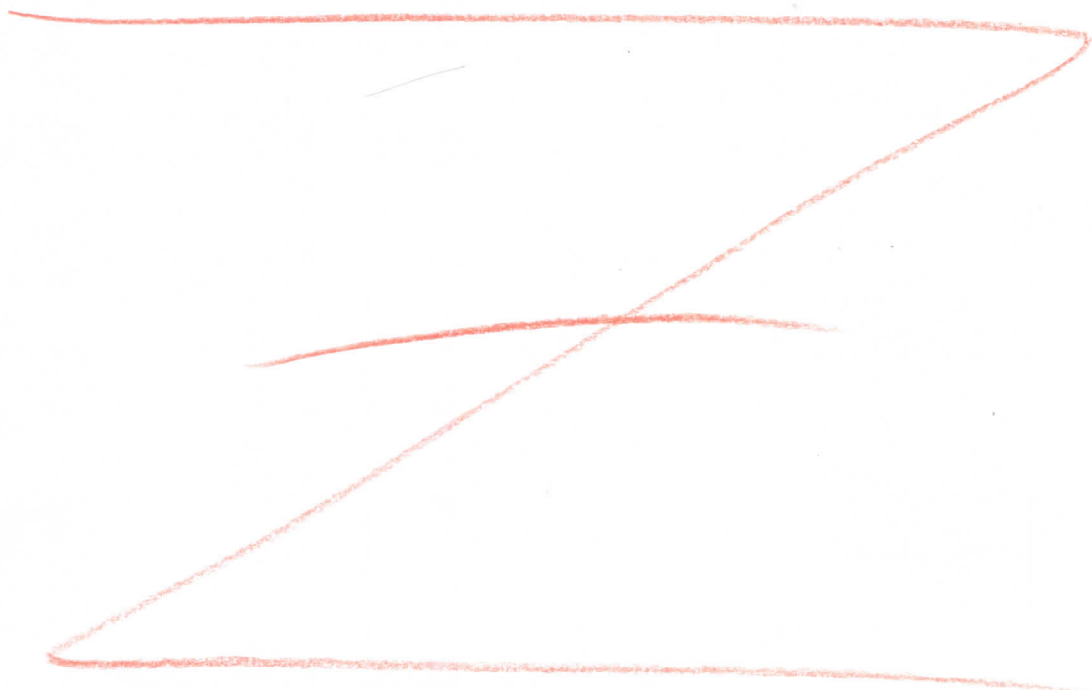
- A и B - 40 x
- A и C - 90 ✓
- A и D - 170 x
- A и E - 240 ✓
- B и C - 50 ✓
- B и D - 130 x
- B и E - 200 ✓
- C и D - 80 x
- C и E - 150 x
- D и E - 70 ✓

0 25 + 100 = 125

Судя по полученной электрофорезу направление праймеров были такие:



A, B, D - прямые праймеры
C и E - обратные.



④ штовик

Задача 2.

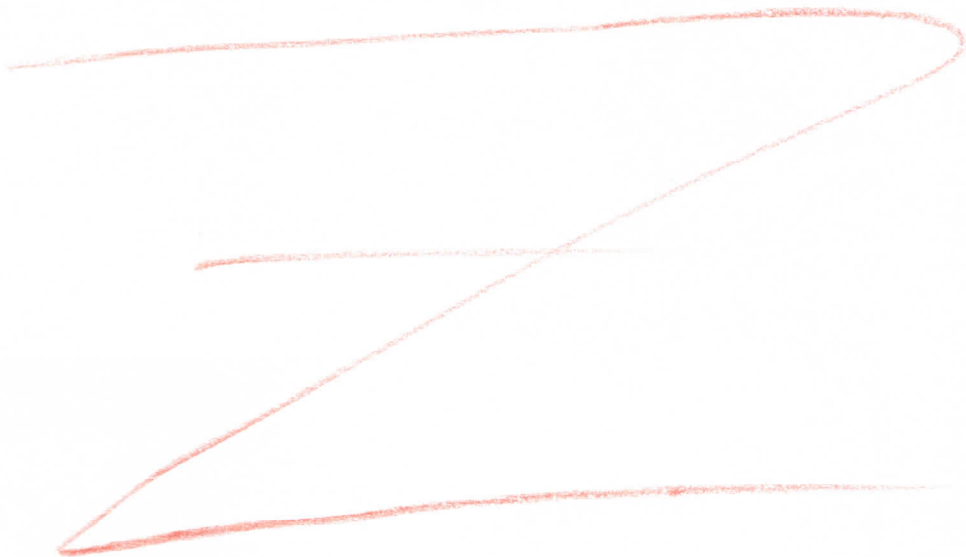
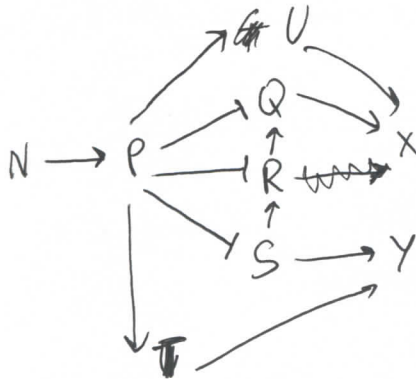
Вещества R и S сразу превращаются в вещества X и Y, т.к. стоят в конце метаболического пути.

Мутанты по генам:

- N1 - N
- N2 - S
- N3 - U
- N4 - R
- N5 - T
- N6 - ~~X~~
- N7 - ~~Y~~

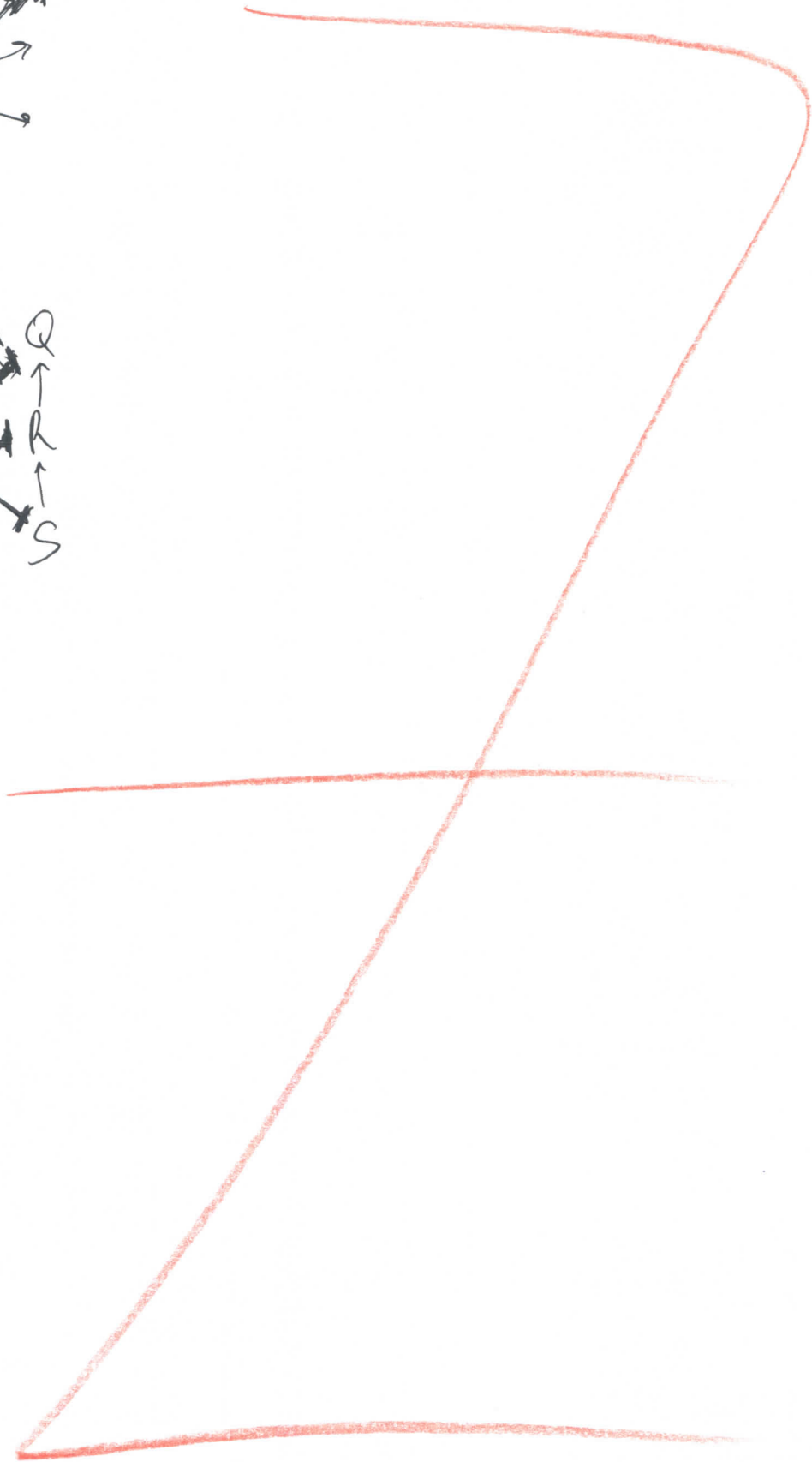
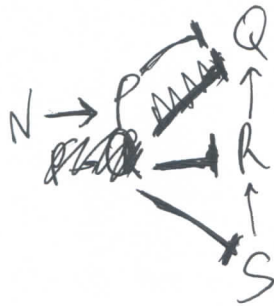
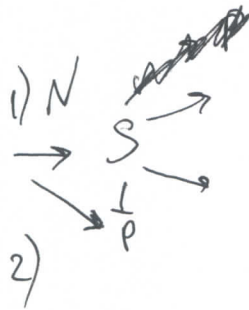
это в-во а не путь
ответ неверный

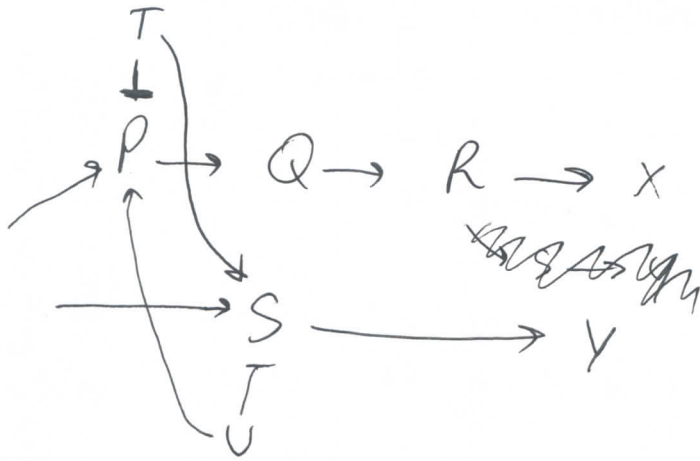
Скорее всего, существует еще 1 начальное вещество, из которого синтезируются ~~и~~ все остальные. Назовём его N.



49-82-80-95
(119.1)

черновик (5)





T и U как. если нету тех, к. их
блокируют.

R блок. T

3 вар., что не как \Rightarrow 3 пути. $\begin{matrix} \nearrow \\ \rightarrow \\ \searrow \end{matrix}$

8) сервофик Задача 2.

Есть какой-то ген в самом начале пути. Пусть N.
если мут. n1, то ничего не happens. \Rightarrow n1.

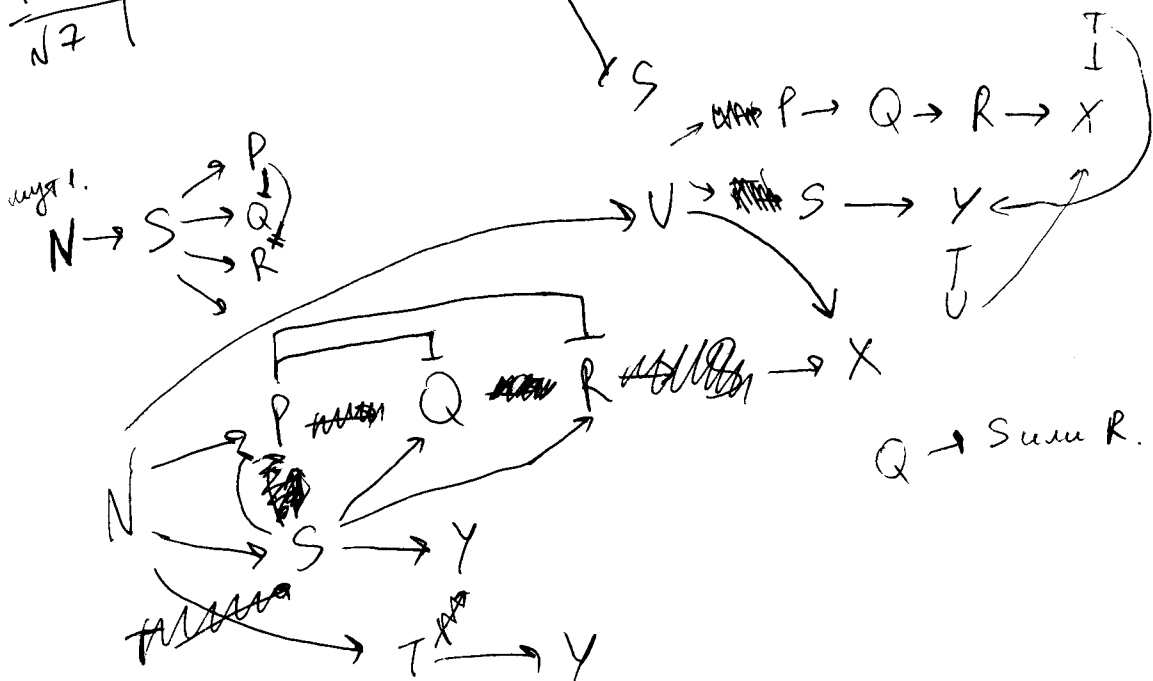
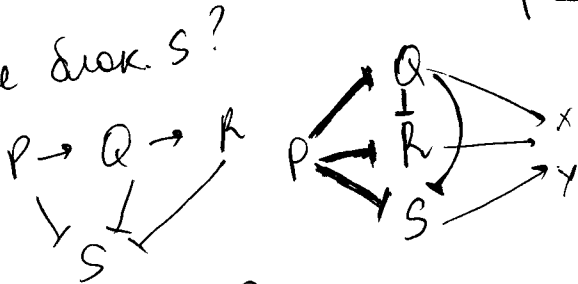
S превращ. во все! либо X, Y \leftarrow .

Какой-то из P, Q, R блокирует T/U, и если мут., то T/U happens, могут обр. из X/Y, вторично T/U блокируют S.

R \rightarrow сразу переходят в X, Y
S \rightarrow

n2, n4. R ~~перех. в X/Y, но блок. S?~~
Q блок. S?
P тоже блок. S?

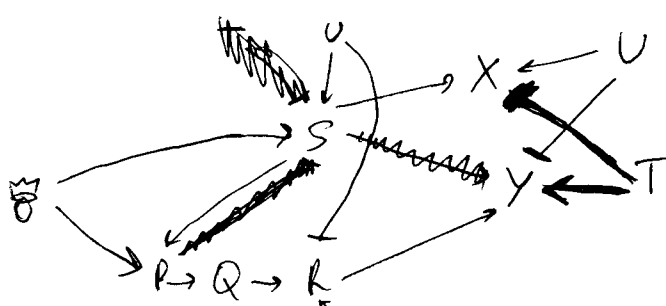
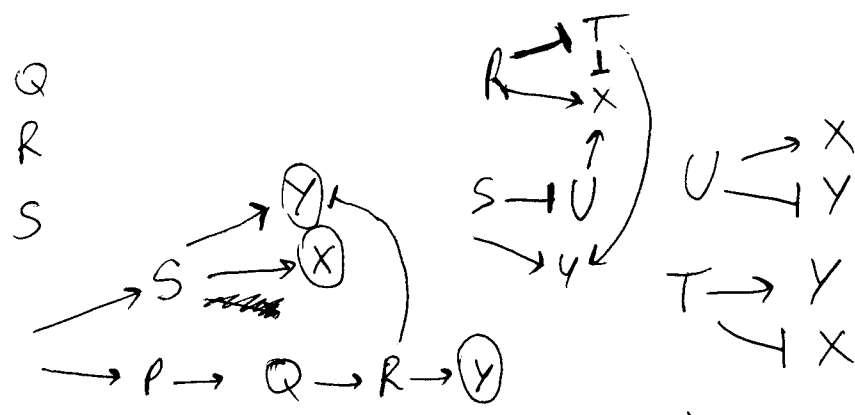
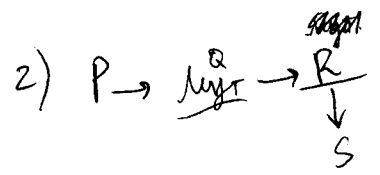
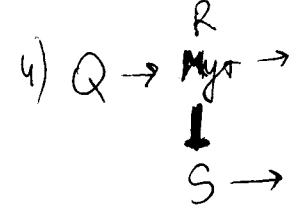
n1	N
n2	S
n3	
n4	R/S
n5	
n6	
n7	



черновик (9)

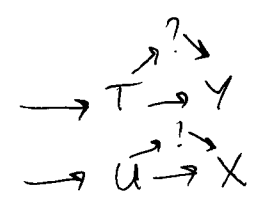
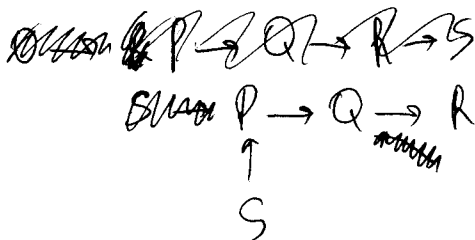
- N1 $\rightarrow S \rightarrow X/Y$
- S N2 $\begin{matrix} \nearrow S \rightarrow X/Y \\ P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow X/Y \end{matrix}$
- N3
- N4 $\begin{matrix} \nearrow S \rightarrow X/Y \\ \searrow Q \rightarrow R \rightarrow X/Y \end{matrix}$
- N5 $U \rightarrow X$
- N6 $T \rightarrow Y$ X и так есть!
- N7 $U \rightarrow X$ Y и так есть.

мут. только в 1 гене!

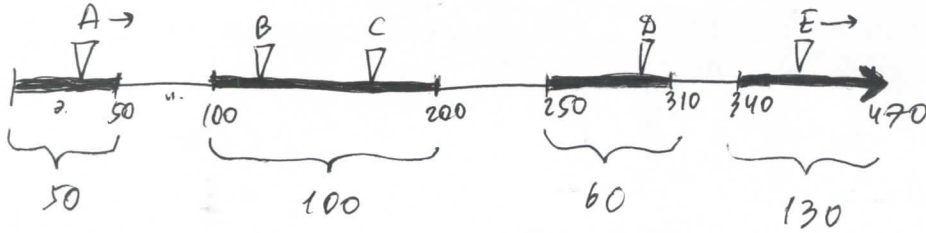


Почему R и S не как? Потому что они сразу превращаются в X/Y.

$P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow S$



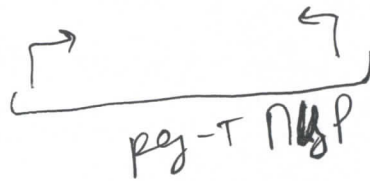
10 черновик №4.



$$50 + 70 + 90 + 200 + 240 = 650 \dots$$

$$650 - 470 = 180.$$

Праймер-затравка для репликации
 Конец всегда прямой и обратный праймер.



Учтронные даны → вырезаются слайсами?

$$A \rightarrow \leftarrow B : 40 \times$$

$$AC : 90 \checkmark$$

$$AD : 170 \times$$

$$AE : 240 \checkmark$$

$$BC : 50 \checkmark$$

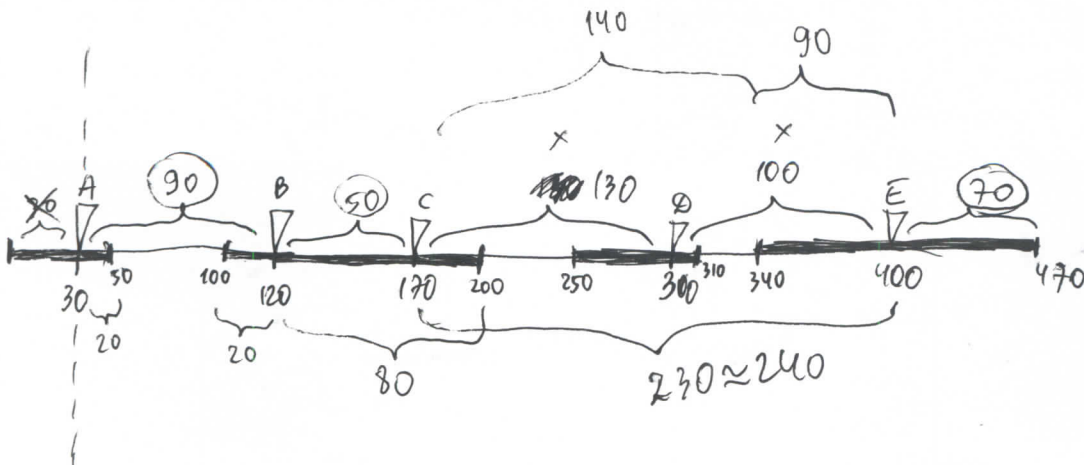
$$BD : 130 \times$$

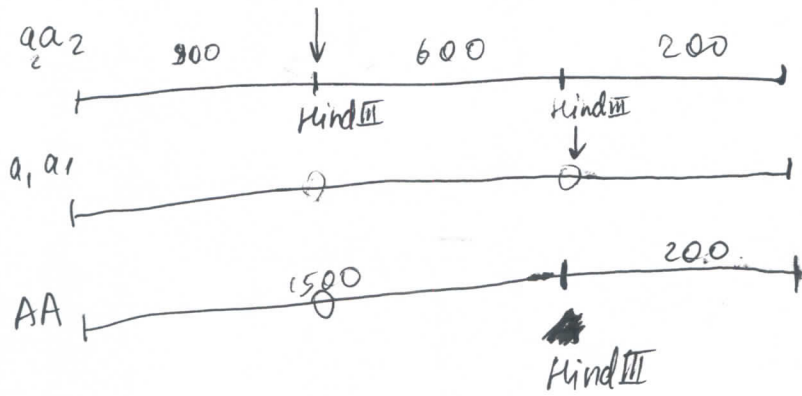
$$BE : 200 \checkmark$$

$$CD : 80 \times$$

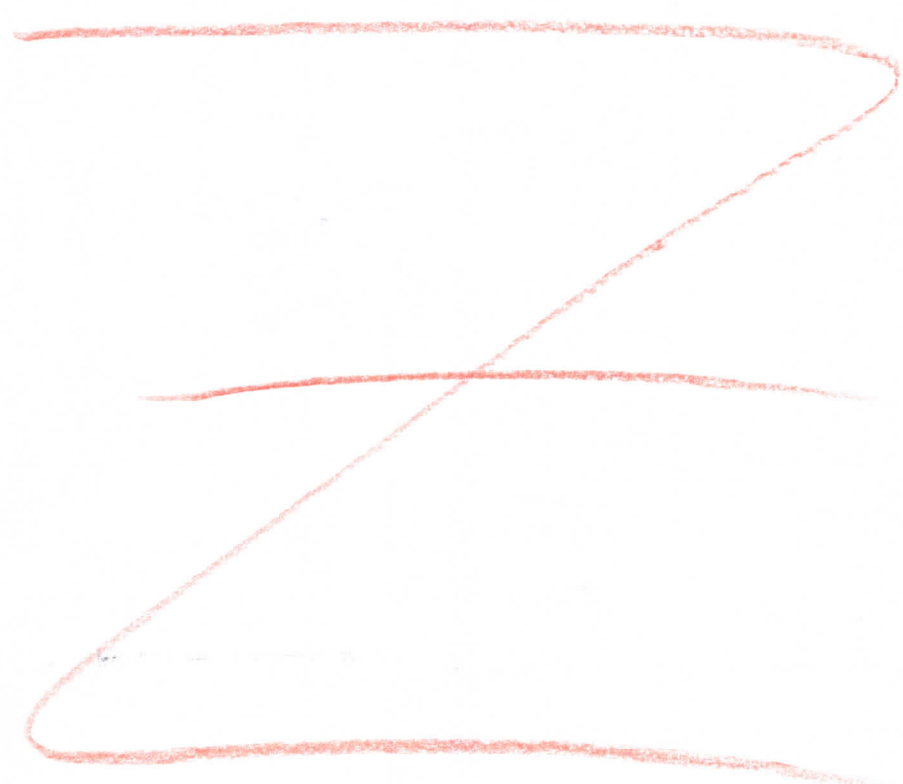
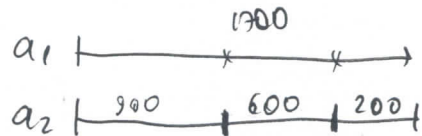
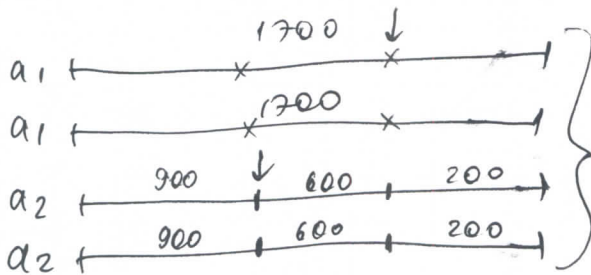
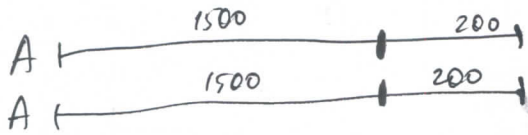
$$CE : 150 \times$$

$$DE : 70 \checkmark$$





a_1, a_2 - пятисомый



~~0/0~~

частота A-г.

$a = q$

- AAAA — p^4
- AAAa — $4p^3q$
- AAaa — $6 \cdot p^2q^2 = 36p^2q^2$
- Aaaa — $4p \cdot q^3$
- aaaa — q^4

Aa

aA

Aa + Aa
AA + aa

AAaa

$$\begin{array}{r} 0,25 \\ + 0,125 \\ \hline 375 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,0625 \\ \times 4 \\ \hline 0,25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,25 \\ \times 0,25 \\ \hline 125 \\ 50 \\ \hline 0,0625 \end{array}$$

$$0,0625$$

$$4 \cdot 0,125 = 0,5 \cdot 0,0625$$

$$6 \cdot 0,0625$$

$$4 \cdot 0,0625$$

$$0,0625$$

черновик (12)

$$\begin{array}{r} 0,0625 \\ \times 460000 \\ \hline 0,3750 \\ 0,6600 \\ \hline 0,69750 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 625 \\ \times 460000 \\ \hline 3750 \\ 2500 \\ \hline 28750 \end{array}$$

$$16 \cdot 0,625$$

$$\times 0,625$$

$$16$$

$$3750$$

$$625$$

$$10000$$

$$P_n^2 = 6 = \frac{2!}{4!}$$

$$P_n = 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$$

$$P_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

$$C_4^2 = \frac{4!}{2!2!} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1}{2 \cdot 2} = 6$$

$$C_4^1 = \frac{4!}{3!} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1}{3 \cdot 2 \cdot 1}$$

3 1 1

375

250

250

62,5

62,5

1,000

