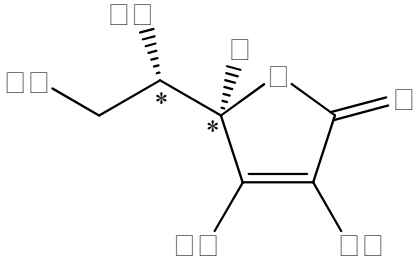
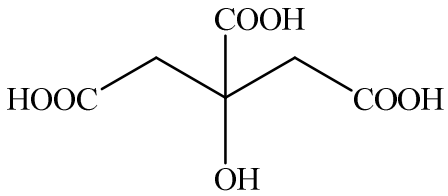
Решение задачи 11 класса

1. Структурные формулы кислот (с указанием асимметрических центров в аскорбиновой кислоте):



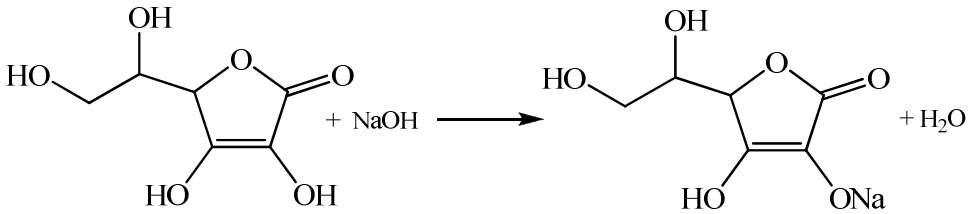


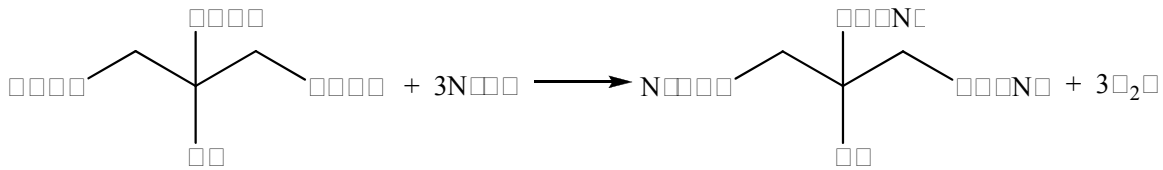
Аскорбиновая кислота (γ-лактон 2,3-дегидро-*L*-гулоновой кислоты)

Лимонная кислота

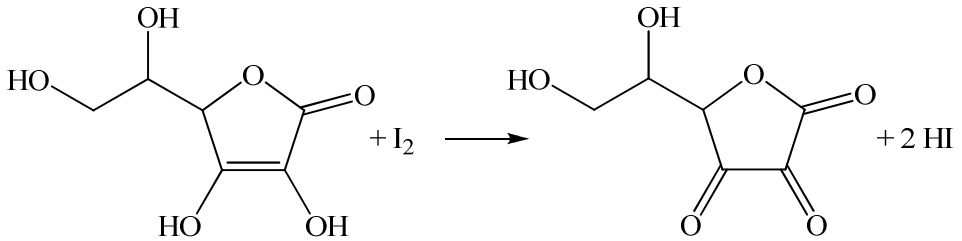
В молекуле аскорбиновой кислоты имеется два асимметрических атома углерода, следовательно, количество ее стереоизомеров равно $2^2 = 4$.

2. В основе метода кислотно-основного титрования лежат реакции нейтрализации аскорбиновой и лимонной кислот стандартным раствором гидроксида натрия:





При прямом иодометрическом титровании протекает реакция окисления аскорбиновой кислоты до дегидроаскорбиновой кислоты:



Если участник олимпиады не смог написать структурные формулы кислот, то допускается написание уравнений реакций с использованием брутто-формул, но в этом случае правильно написанные уравнения оцениваются вдвое меньшим количеством баллов:

$C_6H_8O_6 + NaOH = C_6H_7O_6Na + H_2O$ (0,5 б)

$C_6H_8O_7 + 3NaOH = C_6H_5O_7Na_3 + 3H_2O$ (0,5 б)

$C_6H_8O_6 + I_2 = C_6H_6O_6 + 2HI$ (0,5 б)

3. Для увеличения растворимости иода в воде в раствор добавляют иодид калия, или другой растворимый иодид, который связывает иод в растворимый комплекс KI_3:

$I_2 + KI = KI_3$

Стандартизацию приготовленного раствора иода можно проводить по титрованному раствору тиосульфата натрия в присутствии крахмала, в основе данного метода лежит реакция:

$I_2 + 2Na_2S_2O_3 = 2NaI + Na_2S_4O_6$

4. При проведении расчетов сначала определяют концентрацию аскорбиновой кислоты по данным иодометрического титрования:

$n(C_6H_8O_6) = n(I_2) = C(I_2)\cdot V(I_2)$

$C(C_6H_8O_6) = 176\cdot n(I_2) / 0.01$ (в г/л)

Затем определяют содержание лимонной кислоты по данным кислотно-основного титрования:

$n(NaOH) = 3n(C_6H_8O_7) + n(C_6H_8O_6) = C(NaOH)\cdot V(NaOH)$

$n(C_6H_8O_7) = [n(NaOH) - n(I_2)] / 3$

$C(C_6H_8O_7) = 192\cdot[n(NaOH) - n(I_2)] / 0.03$ (в г/л)

Вывод общих формул для расчета необязателен, участники могут делать последовательные вычисления по уравнениям реакций. Оценивается только конечный ответ – концентрации кислот в выданном растворе в г/л. Однако при полном отсутствии расчетов и данных титрования (V) балл за точность снижается вдвое.

Экспериментальная работа участника оценивается, исходя из относительной погрешности ($\Delta x/x_{ист}$, %) определения содержания каждой из кислот в выданном напитке (в г/л), где $x_{ист}$ – истинное значение концентрации кислоты, Δx – разница между величиной, полученной участником, и истинным значением.

Расчет балла за точность ведется в соответствии с таблицей отдельно для каждой из кислот:

$\Delta x/x_{ист}$, %	Балл
0 – 5 %	7
6 – 8 %	6
9 – 12 %	5
13 – 15 %	4
15 – 30%	2
> 30%	1

Разбалловка

1	Структурные формулы Обозначение хиральных центров Определение количества стереоизомеров	2х0,5 б. = 1 б. 0,5 б. 0,5 б.
2	Уравнения реакций	3х1 б. = 3 б.
3	Уравнения реакций	2х0,5 б. = 1 б.
4	Точность определения	От 1 до 14 баллов
	ИТОГО	20 б.