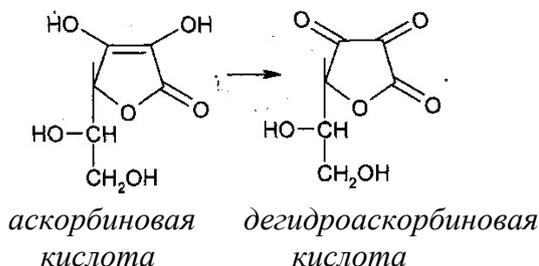


11 К Л А С С

Задача 11.1 (10 баллов). Витамин С называют аскорбиновой кислотой. Витамин С проявляет антиоксидантные свойства, являясь сильным восстановителем:



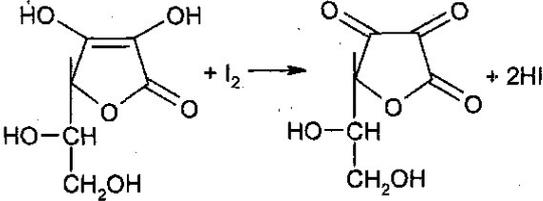
В частности, аскорбиновая кислота окисляется раствором йода, что используется для её количественного определения. Сохранилась запись проведения опыта в рабочем журнале: «Таблетку аскорбиновой кислоты измельчили в ступке и растворили в воде, довели объем до 50 мл. Из полученного раствора отобрали аликвоту (10 мл) и добавили 10 капель 0,5% раствора крахмала. Титровали 0,005М раствором йода в иодиде калия до исчезающей в течение 10 секунд синей окраски, было израсходовано 20,10 мл титранта...»

Объясните, какими особенностями строения обусловлены кислотные свойства витамина С. Составьте уравнение реакции нейтрализации аскорбиновой кислоты раствором гидроксида натрия, учитывая, что аскорбиновая кислота проявляет свойства одноосновной кислоты.

Составьте уравнение реакции окисления аскорбиновой кислоты йодом. Рассчитайте массу аскорбиновой кислоты в таблетке, взятой для эксперимента.

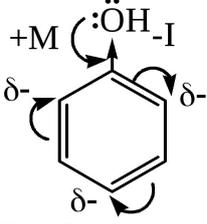
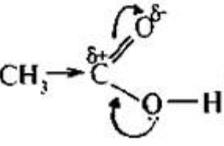
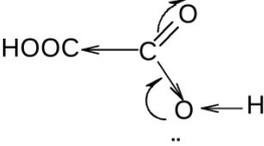
Решение:

Содержание верного ответа	Баллы
<p>Приведено объяснение кислотных свойств аскорбиновой кислоты: кислотность обусловлена подвижностью водородных атомов ОН-групп ендиольного фрагмента. Особой подвижностью обладает водород ОН-группы третьего атома углерода вследствие π,π-сопряжения в циклическом диеновом фрагменте и отрицательного мезомерного эффекта карбонильного кислорода. За счёт указанного сопряжения ендиольная система в витамине С и оказывается устойчивой.</p>	3
<p>Составлено уравнение реакции нейтрализации аскорбиновой кислоты:</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div>	2

<p>Составлено уравнение реакции окисления аскорбиновой кислоты йодом:</p> 	2
<p>Проведён расчёт массы аскорбиновой кислоты (C₆H₈O₅):</p> $n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_5) = n(\text{I}_2) = c(\text{I}_2) \cdot V(\text{p-ра I}_2);$ $n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_5) = 0,005 \cdot 20,10 \cdot 10^{-3} = 1,005 \cdot 10^{-4} \text{ (моль)}$ $m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_5) = M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_5) \cdot n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_5) \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{а}}};$ $m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_5) = 176 \cdot 1,005 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{50}{10} = 8,84 \cdot 10^{-2}(\text{г}) = 88,4 \text{ (мг)}$	3
<p>Итого:</p>	10

Задача 11.2 (10 баллов). Расположите вещества (уксусная, щавелевая, карболовая кислоты) в порядке возрастания кислотных свойств. Приведите обоснование с учётом электронных эффектов заместителей, отобразите графически распределение электронной плотности в молекулах указанных веществ. Сделайте общий вывод о влиянии донорных и акцепторных заместителей на свойства органических кислот.

Решение:

Содержание верного ответа	Баллы
<p>Составлен ряд кислот в порядке возрастания кислотных свойств: <i>карболовая кислота < уксусная кислота < щавелевая кислота</i></p>	1
<p>Приведены схемы распределения электронной плотности в молекулах указанных веществ (<i>по 2 балла за каждую схему</i>):</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div data-bbox="204 1507 411 1731" style="text-align: center;">  <p>Карболовая кислота (фенол)</p> </div> <div data-bbox="483 1574 707 1720" style="text-align: center;">  <p>Уксусная кислота</p> </div> <div data-bbox="770 1574 1034 1720" style="text-align: center;">  <p>Щавелевая кислота</p> </div> </div>	6
<p>Сформулированы выводы: подвижность водорода в гидроксигруппе фенола меньше, чем в карбоксильных группах уксусной и щавелевой кислот. Введение донорных заместителей в молекулы органических кислот ослабляет их кислотные свойства, введение акцепторных заместителей - усиливает их кислотные свойства.</p>	3
<p>Итого:</p>	10

Задача 11.3 (20 баллов). Установите соответствие:

Механизм реакции	Химическая реакция
1. Радикальное замещение	А. Гидрогалогенирование алкенов
2. Электрофильное замещение	Б. Взаимодействие карбонильных соединений с реактивом Гриньяра
3. Электрофильное присоединение	В. Реакция Коновалова
4. Нуклеофильное замещение	Г. Реакция этерификации
5. Нуклеофильное присоединение	Д. Сульфирование аренов

Приведите по 1 примеру каждой из указанных реакций.

Решение:

Содержание верного ответа	Баллы
Установлено соответствие (по 2 баллу за каждое): 1-В, 2-Д, 3-А, 4-Г, 5-Б	10
Приведены уравнения реакций (по 2 баллу за каждое): А. Гидрогалогенирование алкенов: $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$ Б. Взаимодействие карбонильных соединений с реактивом Гриньяра: $\begin{array}{c} \delta+ \quad \delta- \quad \delta- \quad \delta+ \\ \text{H}-\text{C}=\text{O} + \text{CH}_3\text{-MgBr} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{MgBr} \\ \\ \text{H} \end{array} \xrightarrow[\text{-Mg(OH)Br}]{\text{H}_2\text{O}} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ В. Реакция Коновалова: $\text{CH}_3\text{-CH}_3 + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{-NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Г. Реакция этерификации: $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{-OH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{-COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Д. Сульфирование аренов: $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{-SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O}$	10
Итого:	20

Задача 11.4 (10 баллов). Юный химик исследовал органическое соединение А, которое представляет собой бесцветную жидкость, смешивается с водой и органическими растворителями, хорошо растворяет многие органические и неорганические соединения. При сжигании 4,35 г вещества А в избытке кислорода и пропускании продуктов сгорания через систему последовательно

соединенных и заранее взвешенных трубок получил следующие результаты. Масса первой трубки с безводным сульфатом меди увеличилась на 4,05 г. Масса второй трубки с оксидом кальция увеличилась на 20 г. Объем полученного инертного газа составил 560 мл (н.у.). Исследуя химические свойства вещества А, юный химик установил, что оно взаимодействует с растворами кислот и щелочей.

1. Установите молекулярную формулу вещества А.
2. Предложите структурную формулу вещества А.
3. Составьте уравнения реакций вещества А с раствором едкого натра и соляной кислотой.
4. Напишите области применения вещества А в промышленности.
5. Объясните, какими свойствами (кислотными или основными) обладает вещество А. Сравните степень выраженности этих свойств вещества А в воде и уксусной кислоте. Дайте пояснения.

Решение:

Содержание верного ответа	Баллы
<p>1. Установлена молекулярная формула вещества А: $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2(4,05:18) = 0,45$ (моль); $n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 20:100 = 0,2$ (моль); $n(\text{N}) = 2n(\text{N}_2) = 2(0,56:22,4) = 0,05$ (моль); $n(\text{O}) = (4,35 - 12 \cdot 0,2 - 14 \cdot 0,05 - 1 \cdot 0,45):16 = 0,05$ (моль). $n(\text{C}): n(\text{H}): n(\text{N}): n(\text{O}) = 0,2 : 0,45 : 0,05 : 0,05 = 4 : 9 : 1 : 1$, $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}$</p>	<p>1 1 1 1 1</p>
<p>2. Составлена структурная формула вещества А:</p> <div style="text-align: center;"> </div>	1
<p>3. Составлены уравнения реакций:</p> $\text{CH}_3\text{-CO-N}(\text{CH}_3)_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + (\text{CH}_3)_2\text{NH}$ $\text{CH}_3\text{-CO-N}(\text{CH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + [(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2]^+\text{Cl}^-$	<p>1 1</p>
<p>4. Диметилацетамид применяется в производстве синтетических волокон и плёнок, для выделения диенов и стирола из продуктов пиролиза нефтяных фракций. Также его используют как катализатор или реакционную среду (растворитель) в реакциях органического синтеза (галогенирования, алкилирования и циклизации).</p>	1
<p>5. Диметилацетамид (А) обладает основными свойствами за счет неподеленной электронной пары на атоме азота (электронная теория Льюиса). В уксусной кислоте основность А увеличивается (акцептор протона с позиции протолитической теории), так как</p>	1

уксусная кислота является донором протона H^+ .	
Итого:	10