

11 класс

I. Задача про серебро, облагораживающее карбоновые кислоты.

Из процентного состава искомым кислот получаем, что их простейшая формула CH_2O , а молекулярная $(\text{CH}_2\text{O})_n$

Поскольку состав карбоксильной группы $-\text{COOH}$, минимальное $n=2$. Для $n = 2$ формула $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ может соответствовать только одной кислоте – уксусной (CH_3COOH), при этом для $n>2$ кислород должен входить в состав радикала кислоты ($\text{R}-\text{COOH}$), поскольку по условию кислоты одноосновны.

Серебряные соли этих кислот имеют формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{O}_n\text{Ag}$, их молекулярная масса:

$$M = 30n + 107$$

$$\text{Процентное содержание серебра: } \omega(\text{Ag}) = \frac{107}{30n+107} \cdot 100\%$$

Отсюда вычисляем, что для первой кислоты $n = 2$, и это уксусная кислота, CH_3COOH ; для второй кислоты $n=3$, ее молекулярная формула $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$, ей могут соответствовать три структурных формулы:

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ – 2-гидроксипропановая кислота (молочная кислота)

$\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ – 3-гидроксипропановая кислота

$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2\text{COOH}$ – метоксиуксусная кислота

II. Задача про безжизненный элемент.

Вещества:

A – N_2 , азот

B – H_2 , водород

C – NH_3 , аммиак

D – Li , литий

E – Li_3N , нитрид лития

F – NaNH_2 , амид натрия

G – N_2H_4 , гидразин

H – NO , оксид азота(II)

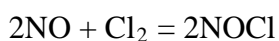
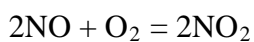
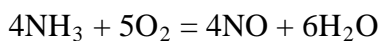
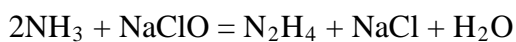
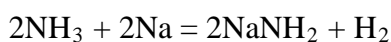
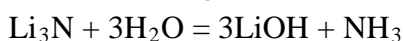
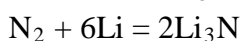
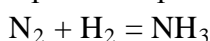
I – NO_2 , оксид азота(IV)

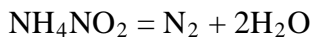
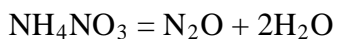
J – NOCl , оксохлорид азота(II)

M – NH_4NO_3 , нитрат аммония

N – NH_4NO_2 , нитрит аммония

Уравнения реакций:



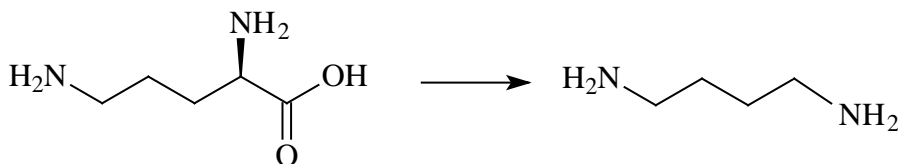


Примеры использования азота в промышленности: получение аммиака, создание инертной атмосферы, криотехника.

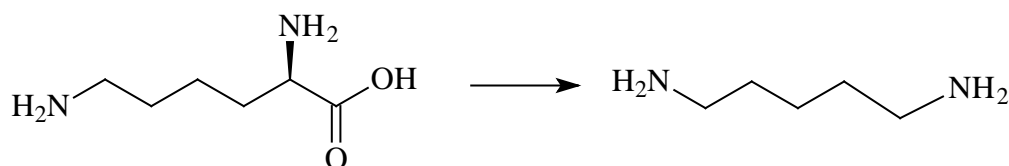
Хотя название «азот» и отрицает жизнь, тем не менее, азот является жизненно важным элементом, т.к. входит в состав белков и нуклеиновых кислот.

III. Задача «запахе смерти».

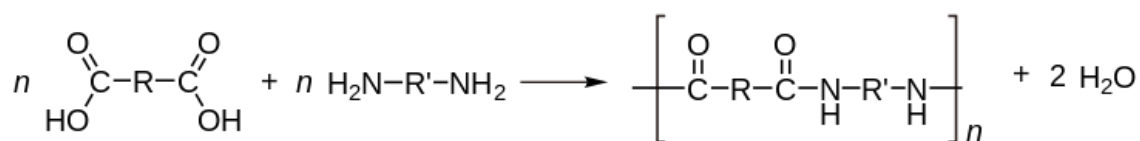
1. Из орнитина образуется путресцин



из лизина – кадаверин

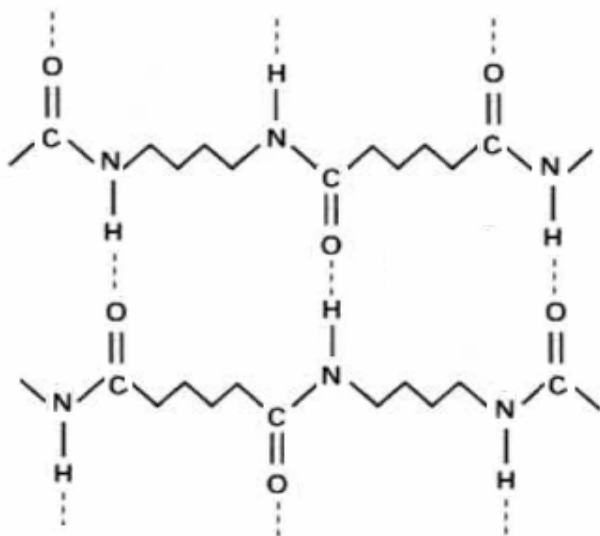


2. Продуктом полимеризации гексаметилендиамина и адипиновой кислоты является нейлон-6,6 (полигексаметиленадипамид).

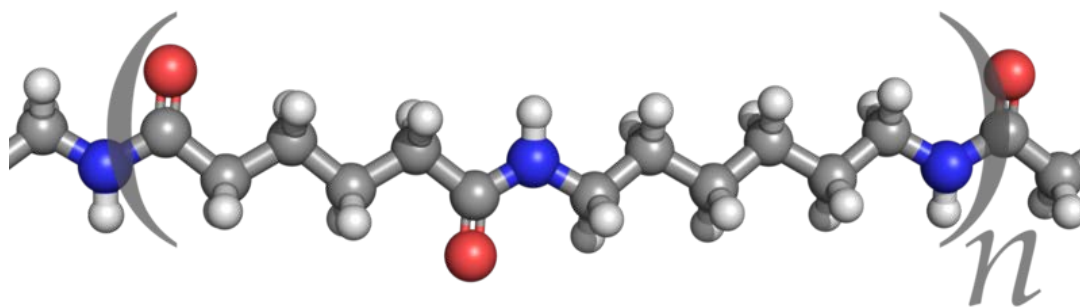


$\text{R} = (\text{CH}_2)_4$, $\text{R}' = (\text{CH}_2)_6$

3. Параллельные цепи полигексаметиленадипамида связываются за счет водородных связей между амидными группами. Это придает волокнам большую прочность и эластичность и позволяет изготавливать из них нейлоновые чулки.



4. Нйлон-6,6 представляет собой прочный, упругий, устойчивый к истиранию материал с умеренной водостойкостью. Полипептид не содержит аминокрупп, поэтому материалы из него не пахнут гниющим мясом и не ядовиты.



IV. Задача про кровавую соль.

Определить элемент **С** можно из состава хлоридов:

$$M_{\text{экв.}}(\text{C}) = M_{\text{экв.}}(\text{Cl})/W_{\text{D}}(\text{Cl}) - M_{\text{экв.}}(\text{Cl}) = 35.45 \text{ г/моль}/0.5594 - 35.45 \text{ г/моль} = 27.92 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{экв.}}(\text{C}) = M_{\text{экв.}}(\text{Cl})/W_{\text{E}}(\text{Cl}) - M_{\text{экв.}}(\text{Cl}) = 35.45 \text{ г/моль}/0.6557 - 35.45 \text{ г/моль} = 18.61 \text{ г/моль}$$

Наименьшее общее кратное этих чисел 55.85 г/моль, что соответствует железу. Тогда:

С– железо

D– FeCl₂, хлорид железа(II)

E– FeCl₃, хлорид железа(III)

Состав соединений **A** и **B** можно вычислить из массового содержания элементов.

Соединение **A**:

$$N(\text{K}):N(\text{Fe}):N(\text{C}):N(\text{N}) = 35.64/39.1 : 16.97/55.85 : 21.88/12 : 25.51/14 = 3:1:6:6$$

Т.о. **A** – K₃[Fe(CN)₆]

Соединение **B**:

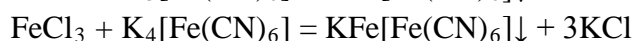
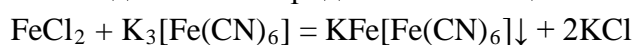
$$N(\text{K}):N(\text{Fe}):N(\text{C}):N(\text{N}) = 42.47/39.1 : 15.17/55.85 : 19.55/12 : 22.81/14 = 4:1:6:6$$

Т.о. **B** – K₄[Fe(CN)₆]

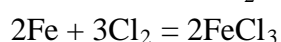
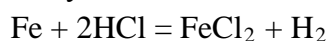
Исторические названия соединений **A** и **B**– красная кровавая соль и желтая кровавая соль соответственно.

F– KFe[Fe(CN)₆], что можно установить из содержания железа.

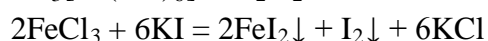
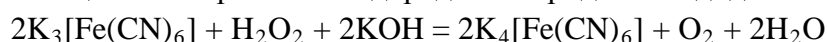
Взаимодействие хлоридов **D** и **E** с веществами **A** и **B** соответственно:



Получение веществ **D** и **E** из элемента **C**:



Реакции **A** с перекисью водорода и хлорида **E** с йодидом калия соответственно:



V. Задача про совершенство молекулярных форм.

1. BeF₂ – линейная молекула, угол F–Be–F 180°
2. AlCl₃ – плоский треугольник, угол Cl–Al–Cl 120°
3. SiH₄ – тетраэдр, угол H–Si–H 109°28'
4. CO₂ – линейная молекула, угол O–C–O 180°

5. MoF_6 – октаэдр, угол F-Mo-F 90°
6. H_2O – угольная молекула, искаженный тетраэдр угол H-O-H чуть меньше $109^\circ 28'$
7. NCl_3 – пирамидальная молекула, искаженный тетраэдр угол Cl-N-Cl чуть меньше $109^\circ 28'$

Строение молекулы CF_4 тетраэдрическое, дипольный момент – величина векторная, и четыре вектора дипольного момента связей C-F , организуясь в тетраэдрическую форму, в соответствии с правилами векторного сложения, компенсируются, в результате чего у молекулы CF_4 нет дипольного момента.

11 класс

I. Задача про серебро, облагораживающее карбоновые кислоты.

Из процентного состава искомым кислот получаем, что их простейшая формула $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{O}_n$, а молекулярная $(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{O}_n)_n$

Поскольку состав карбоксильной группы $-\text{COOH}$, минимальное $n=2$. Для $n = 2$ формула $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ может соответствовать только одной кислоте – уксусной (CH_3COOH), при этом для $n>2$ кислород должен входить в состав радикала кислоты ($\text{R}-\text{COOH}$), поскольку по условию кислоты одноосновны.

Серебряные соли этих кислот имеют формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{O}_n\text{Ag}$, их молекулярная масса:

$$M = 30n + 107$$

$$\text{Процентное содержание серебра: } \omega(\text{Ag}) = \frac{108}{30n+107}.$$

Отсюда вычисляем, что для первой кислоты $n = 2$, и это уксусная кислота, CH_3COOH ; для второй кислоты $n=3$, ее молекулярная формула $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3$, ей могут соответствовать три структурных формулы:

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ – 2-гидроксипропановая кислота (молочная кислота)

$\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ – 3-гидроксипропановая кислота

$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2\text{COOH}$ – метоксиуксусная кислота

Разбалловка:

<i>За определение общей (эмпирической) формулы кислоты –</i>	4 балла
<i>За определение молекулярной формулы соли первой кислоты –</i>	4 балла
<i>За определение молекулярной формулы соли второй кислоты –</i>	4 балла
<i>За вывод о том, что кислород может входить в состав радикала</i>	4 балла
<i>За структурные формулы 4-х кислот и названия</i>	4 балла

ИТОГО: 20 баллов

II. Задача про безжизненный элемент.

Вещества:

A – N_2 , азот

B – H_2 , водород

C – NH_3 , аммиак

D – Li , литий

E – Li_3N , нитрид лития

F – NaNH_2 , амид натрия

G – N_2H_4 , гидразин

H – NO , оксид азота(II)

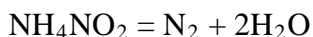
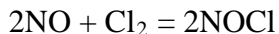
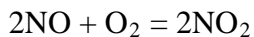
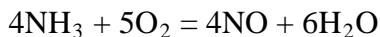
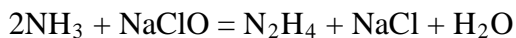
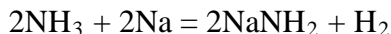
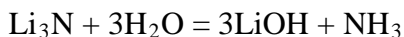
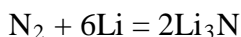
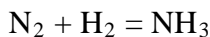
I – NO_2 , оксид азота(IV)

J – NOCl , оксохлорид азота(II)

M – NH_4NO_3 , нитрат аммония

N – NH_4NO_2 , нитрит аммония

Уравнения реакций:



Примеры использования азота в промышленности: получение аммиака, создание инертной атмосферы, криотехника.

Хотя название «азот» и отрицает жизнь, тем не менее, азот является жизненно важным элементом, т.к. входит в состав белков и нуклеиновых кислот.

Разбалловка:

За определение веществ –

6 баллов (0.5 балла/вещество)

За уравнения реакций –

10 баллов (1 балл/реакция, если

коэффициенты стоят неправильно – по 0.5 балла за реакцию)

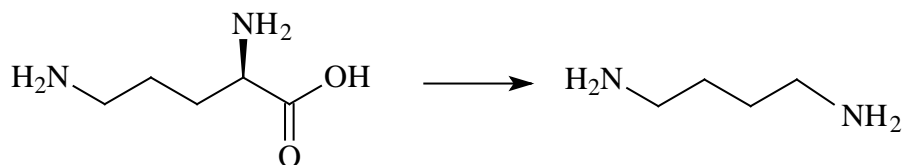
За примеры использования вещества **A** в промышленности – **1.5 балла (0.5 балла/пример)**

За ответ на вопрос о «безжизненности» элемента **A** – **2.5 балла**

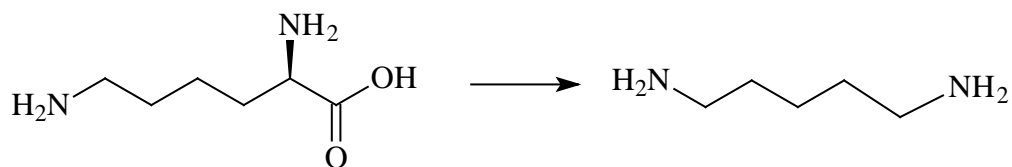
ИТОГО: 20 баллов

III. Задача о «запахе смерти».

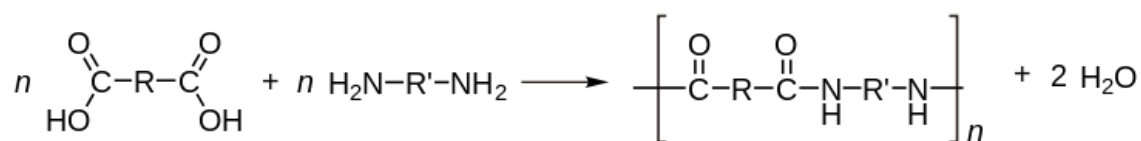
1. Из орнитина образуется путресцин



из лизина – кадаверин

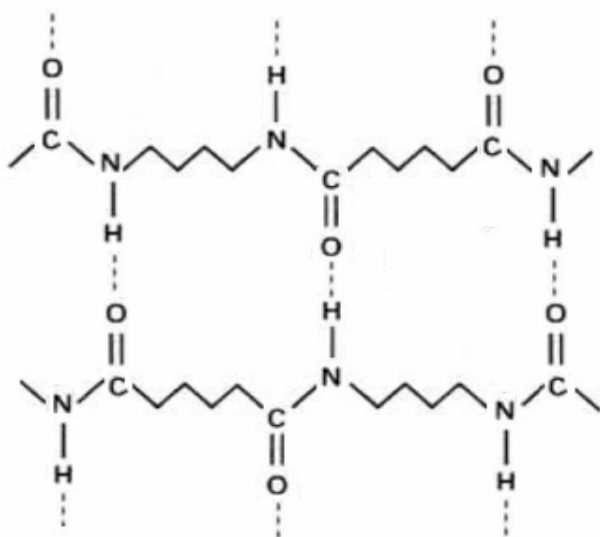


2. Продуктом полимеризации гексаметилендиамина и адипиновой кислоты является нейлон-6,6 (полигексаметиленадипамид).

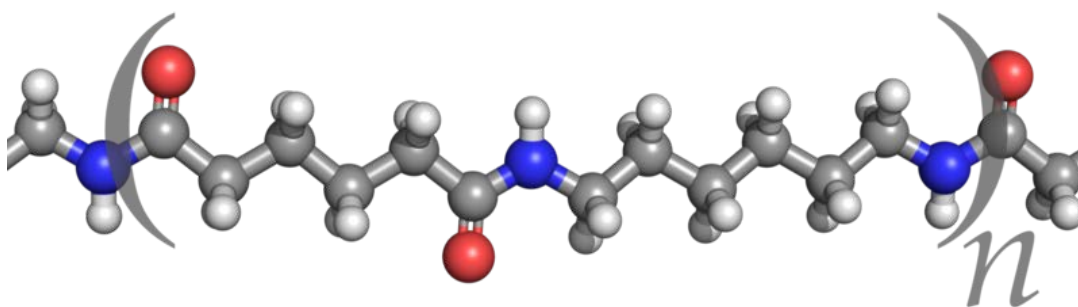


$\text{R} = (\text{CH}_2)_4$, $\text{R}' = (\text{CH}_2)_6$

3. Параллельные цепи полигексаметиленадипамида связываются за счет водородных связей между амидными группами. Это придает волокнам большую прочность и эластичность и позволяет изготавливать из них нейлоновые чулки.



4. Нейлон-6,6 представляет собой прочный, упругий, устойчивый к истиранию материал с умеренной водостойкостью. Полипептид не содержит аминогрупп, поэтому материалы из него не пахнут гниющим мясом и не ядовиты.



Разбалловка:

За каждый правильный ответ

5 баллов (4 балла/реакция)

ИТОГО: 20 баллов

IV. Задача про кровавую соль.

Определить элемент **С** можно из состава хлоридов:

$$M_{\text{экв.}}(\text{C}) = M_{\text{экв.}}(\text{Cl})/W_{\text{D}}(\text{Cl}) - M_{\text{экв.}}(\text{Cl}) = 35.45 \text{ г/моль}/0.5594 - 35.45 \text{ г/моль} = 27.92 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{экв.}}(\text{C}) = M_{\text{экв.}}(\text{Cl})/W_{\text{E}}(\text{Cl}) - M_{\text{экв.}}(\text{Cl}) = 35.45 \text{ г/моль}/0.6557 - 35.45 \text{ г/моль} = 18.61 \text{ г/моль}$$

Наименьшее общее кратное этих чисел 55.85 г/моль, что соответствует железу. Тогда:

С– железо

Д– FeCl₂, хлорид железа(II)

Е– FeCl₃, хлорид железа(III)

Состав соединений **А** и **В** можно вычислить из массового содержания элементов.

Соединение **А**:

$$N(\text{K}):N(\text{Fe}):N(\text{C}):N(\text{N}) = 35.64/39.1 : 16.97/55.85 : 21.88/12 : 25.51/14 = 3:1:6:6$$

Т.о. **А** – K₃[Fe(CN)₆]

Соединение **В**:

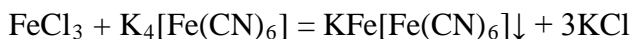
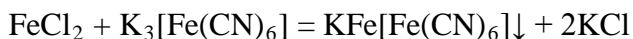
$N(K):N(Fe):N(C):N(N) = 42.47/39.1 : 15.17/55.85 : 19.55/12 : 22.81/14 = 4:1:6:6$

Т.о. **В** – $K_4[Fe(CN)_6]$

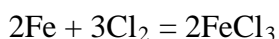
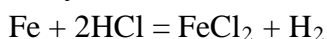
Исторические названия соединений **А** и **В** – красная кровяная соль и желтая кровяная соль соответственно.

Г – $KFe[Fe(CN)_6]$, что можно установить из содержания железа.

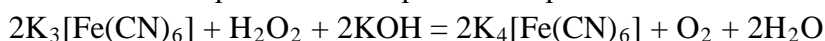
Взаимодействие хлоридов **Д** и **Е** с веществами **А** и **В** соответственно:



Получение веществ **Д** и **Е** из элемента **С**:



Реакции **А** с перекисью водорода и хлорида **Е**с йодидом калия соответственно:



Разбалловка:

За определение веществ – **9 баллов** (за **А, В, Г** по 2 балла; за **С, Д, Е** – по 1 баллу, если определение веществ не подтверждено расчетами, то за **А, В, Г** по 1 баллу; за **С, Д, Е** – по 0.1 балла)

За исторические названия – **2 балла** (1 балл/название)

За уравнения реакций – **9 баллов** (1.5 балла/реакция, если коэффициенты стоят неправильно – по 0.5 балла за реакцию)

ИТОГО: 20 баллов

V. Задача про совершенство молекулярных форм.

1. BeF_2 – линейная молекула, угол F–Be–F 180°
2. $AlCl_3$ – плоский треугольник, угол Cl–Al–Cl 120°
3. SiH_4 – тетраэдр, угол H–Si–H $109^\circ 28'$
4. CO_2 – линейная молекула, угол O–C–O 180°
5. MoF_6 – октаэдр, угол F–Mo–F 90°
6. H_2O – угловая молекула, искаженный тетраэдр угол H–O–H чуть меньше $109^\circ 28'$
7. NCl_3 – пирамидальная молекула, искаженный тетраэдр угол Cl–N–Cl чуть меньше $109^\circ 28'$

Строение молекулы CF_4 тетраэдрическое, дипольный момент – величина векторная, и четыре вектора дипольного момента связей C–F, организуясь в тетраэдрическую форму, в соответствии с правилами векторного сложения, компенсируются, в результате чего у молекулы CF_4 нет дипольного момента.

Разбалловка:

За правильные формы молекул **14 баллов** (2 балла/вещество)

Объяснение неполярности тетрафторметана – **6 баллов**

ИТОГО: 20 баллов