

LXXXII Московская олимпиада школьников по химии

Отборочный этап 2025-2026 учебный год

11 класс

Каждое задание оценивается максимально в 10 баллов.

Всего за выполнение варианта – максимально 100 баллов.

При решении задач используйте значения атомных масс с точностью, указанной в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева.

11-1-1

Выберите соединение(ия), в котором(ых) присутствует ковалентная связь азот-азот.

- А) N_2O_5
- Б) N_2O_3
- В) NH_4NO_3
- Г) метилоранж
- Д) Li_3N
- Е) LiN_3
- Ж) HNO_2
- З) N_2

Ответ: Б, Г, Е, З.

+2,5 балла за каждый верный ответ, -2,5 балла за каждый неверный ответ (но не меньше 0).

Максимум 10 баллов.

Решение:

Чтобы найти соединения с ковалентной связью азот-азот, нужно определить, в каких из них атомы азота непосредственно соединены друг с другом:

- N_2O_3 – структурная формула $\text{O}=\text{N}-\text{N}^+(\text{=O})-\text{O}^-$, содержит связь между атомами азота.
- Метилоранж – имеет азогруппу $-\text{N}=\text{N}-$, где два атома азота связаны между собой двойной связью.
- LiN_3 – содержит азид-ион N_3^- ($\text{N}=\text{N}^+=\text{N}^-$).
- N_2 – содержит тройную связь между атомами азота.

Остальные соединения не содержат связи $\text{N}-\text{N}$:

- N_2O_5 – имеет структуру $\text{O}_2\text{N}-\text{O}-\text{NO}_2$.
- NH_4NO_3 – это соль, состоящая из ионов аммония NH_4^+ и нитрат-ионов NO_3^- .
- Li_3N – соединение, в кристаллической решетке которого атомы лития окружены атомами азота.
- HNO_2 – имеет только один атом азота.

11-1-2

Выберите соединение(ия), в котором(ых) присутствует ковалентная связь кислород-кислород.

- А) TiO_2
- Б) BaO_2
- В) CrO_5
- Г) MnO_2
- Д) Fe_3O_4
- Е) KHCrO_6
- Ж) H_2O_2
- З) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Ответ: Б, В, Е, Ж.

+2,5 балла за каждый верный ответ, -2,5 балла за каждый неверный ответ (но не меньше 0).

Максимум 10 баллов.

Решение:

Чтобы найти соединения с ковалентной связью кислород-кислород, нужно определить, в каких из них атомы кислорода непосредственно соединены друг с другом:

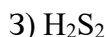
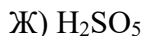
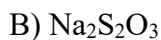
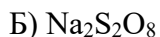
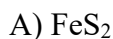
- BaO_2 – содержит пероксид-ион $(\text{O}-\text{O})^{2-}$.
- CrO_5 – имеет структуру с пероксидными мостиками $(-\text{O}-\text{O}-)$.
- KHCrO_6 – содержит ион $[\text{Cr}(\text{O}_2)_2(\text{OH})\text{O}]^-$, где есть связи $\text{O}-\text{O}$.
- H_2O_2 – имеет структуру $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$.

Остальные соединения не содержат связи $\text{O}-\text{O}$:

- TiO_2 – имеет решетку со связями $\text{Ti}-\text{O}$.
- MnO_2 – оксид марганца(IV), в структуре отсутствуют пероксидные группы.
- Fe_3O_4 – смешанный оксид железа ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), связи только $\text{Fe}-\text{O}$.
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – имеет структуру $[\text{O}_3\text{Cr}-\text{O}-\text{CrO}_3]^{2-}$, связи только $\text{Cr}-\text{O}$.

11-1-3

Выберите соединение(ия), в котором(ых) присутствует ковалентная связь сера-сера.



Ответ: А, В, Г, З.

+2,5 балла за каждый верный ответ, -2,5 балла за каждый неверный ответ (но не меньше 0).

Максимум 10 баллов.

Решение:

Чтобы найти соединения с ковалентной связью сера-сера, нужно определить, в каких из них атомы серы непосредственно соединены друг с другом:

- FeS_2 – дисульфид железа (пирит), содержит анион S_2^{2-} со связью S–S.
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – тиосульфат натрия, имеет структурную формулу со связью $\text{S}=\text{S}(=\text{O})(\text{O}^-)_2$.
- S_2Cl_2 – структура $\text{Cl}-\text{S}-\text{S}-\text{Cl}$ содержит связь S–S.
- H_2S_2 – имеет структуру $\text{H}-\text{S}-\text{S}-\text{H}$.

Остальные соединения не содержат связи S–S:

- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ – пероксодисульфат натрия, имеет связь O–O, но связь между серами осуществляется через кислородные мостики $\text{S}-\text{O}-\text{O}-\text{S}$.
- $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ – пиросульфат калия, имеет мостиковую структуру $\text{S}-\text{O}-\text{S}$.
- $\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_{10}$ – в структуре цепочку из трех атомов серы, соединенных через кислородные мостики ($\text{S}-\text{O}-\text{S}-\text{O}-\text{S}$).
- H_2SO_5 – пероксомоносерная кислота, имеет структуру с пероксидной связью O–O, но связь S–S отсутствует.

11-1-4

Выберите соединение(ия), в котором(ых) присутствует ковалентная связь азот-азот.

- А) $\text{Ag}_2\text{N}_2\text{O}_2$
- Б) N_2O_4
- В) нитроглицерин
- Г) $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$
- Д) CaCN_2
- Е) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$
- Ж) HN_3
- З) NH_2OH

Ответ: А, Б, Г, Ж.

+2,5 балла за каждый верный ответ, -2,5 балла за каждый неверный ответ (но не меньше 0).

Максимум 10 баллов.

Решение:

Чтобы найти соединения с ковалентной связью азот-азот, нужно определить, в каких из них атомы азота непосредственно соединены друг с другом:

- $\text{Ag}_2\text{N}_2\text{O}_2$ – содержит гипонитрит-ион $(\text{O}-\text{N}=\text{N}-\text{O})^{2-}$ со связью $\text{N}=\text{N}$.
- N_2O_4 – имеет структурную формулу $\text{O}_2\text{N}-\text{NO}_2$ со связью $\text{N}-\text{N}$.
- $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$ – хлорид гидразиния, содержит катион гидразиния $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_3^+$ со связью $\text{N}-\text{N}$.
- HN_3 – азотистоводородная кислота, имеет структуру $\text{H}-\text{N}=\text{N}^+=\text{N}^-$.

Остальные соединения не содержат связи $\text{N}-\text{N}$:

- Нитроглицерин – сложный эфир азотной кислоты, содержит нитрогруппы $(-\text{NO}_2)$, связанные с углеродом, но не имеет связи между атомами азота.
- CaCN_2 – цианамид кальция, содержит анион $(\text{N}\equiv\text{C}-\text{N})^{2-}$, где атомы азота связаны через атом углерода.
- $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ – содержит отдельные молекулы аммиака NH_3 , координированные вокруг иона меди.
- NH_2OH – имеет структуру $\text{H}_2\text{N}-\text{OH}$, где только один атом азота.

11-2-1

Выберите соединение(ия), в котором(ых) катион и анион изоэлектронны друг другу:

А) LiH

Б) CO₂

В) AlF₃

Г) PCl₅

Д) B₂H₆

Е) LiF

Ответ: А, В.

+5 баллов за каждый верный ответ, -5 баллов за каждый неверный ответ (но не меньше 0).

Максимум 10 баллов.

Решение:

Изоэлектронные друг другу катион и анион имеют одинаковое количество электронов. В качестве ответа подойдут LiH (Li⁺ и H⁻ содержат 2e⁻) и AlF₃ (Al³⁺ и F⁻ содержат 10e⁻).

11-2-2

Выберите соединение(ия), в котором(ых) катион и анион изоэлектронны друг другу:

А) KCl

Б) CO

В) SF₄

Г) Li₂O

Д) CaCl₂

Е) S₂Cl₂

Ответ: А, Д.

+5 баллов за каждый верный ответ, -5 баллов за каждый неверный ответ (но не меньше 0).

Максимум 10 баллов.

Решение:

Изоэлектронные друг другу катион и анион имеют одинаковое количество электронов. В качестве ответа подойдут KCl (K⁺ и Cl⁻ содержат 18e⁻) и CaCl₂ (Ca²⁺ и Cl⁻ содержат 18e⁻).

11-2-3

Выберите соединение(ия), в котором(ых) катион и анион изоэлектронны друг другу:

А) RbBr

Б) SO₂

В) Na₃N

Г) SrI₂

Д) BeF₂

Е) SCl₄

Ответ: А, В

+5 баллов за каждый верный ответ, -5 баллов за каждый неверный ответ (но не меньше 0).

Максимум 10 баллов.

Решение:

Изоэлектронные друг другу катион и анион имеют одинаковое количество электронов. В качестве ответа подойдут RbBr (Rb⁺ и Br⁻ содержат 36e⁻) и Na₃N (Na⁺ и N³⁻ содержат 10e⁻).

11-2-4

Выберите соединение(ия), в котором(ых) катион и анион изоэлектронны друг другу:

А) CsI

Б) NO

В) K₂S

Г) NaN

Д) CaF₂

Е) PBr₃

Ответ: А, В

+5 баллов за каждый верный ответ.

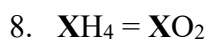
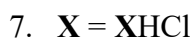
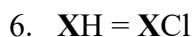
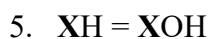
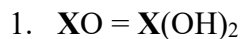
Максимум 10 баллов.

Решение:

Изоэлектронные друг другу катион и анион имеют одинаковое количество электронов. В качестве ответа подойдут CsI (Cs⁺ и I⁻ содержат 54e⁻) и K₂S (K⁺ и S²⁻ содержат 18e⁻).

11-3-1

Сопоставьте схематичную запись некоторой полуреакции и ее тип. **X** – фрагмент, атомный состав которого сохраняется в ходе реакции.



a) реакция окисления

b) реакция восстановления

c) реакция протекает без изменения степеней окисления

Ответ: 1с, 2а, 3б, 4б, 5а, 6а, 7с, 8а.

По 1,25 балла за каждое верное соответствие.

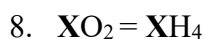
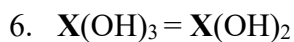
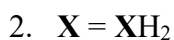
Максимум 10 баллов.

Решение:

Один из вариантов решения данного задания – представить, какой реагент требуется для проведения реакции. Например, реакции окисления требуют кислород или хлор, реакции восстановления – водород, а реакции без изменения степеней окисления – хлороводород, гидроксид натрия, воду.

11-3-2

Сопоставьте схематичную запись некоторой полуреакции и ее тип. **X** – фрагмент, атомный состав которого сохраняется в ходе реакции.



a) реакция окисления

b) реакция восстановления

c) реакция протекает без изменения степеней окисления

Ответ: 1с, 2b, 3b, 4с, 5b, 6b, 7с, 8b.

По 1,25 балла за каждое верное соответствие.

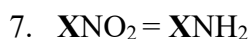
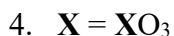
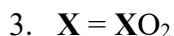
Максимум 10 баллов.

Решение:

Один из вариантов решения данного задания – представить, какой реагент требуется для проведения реакции. Например, реакции окисления требуют кислород или хлор, реакции восстановления – водород, а реакции без изменения степеней окисления – хлороводород, гидроксид натрия, воду.

11-3-3

Сопоставьте схематичную запись некоторой полуреакции и ее тип. **X** – фрагмент, атомный состав которого сохраняется в ходе реакции.



a) реакция окисления

b) реакция восстановления

c) реакция протекает без изменения степеней окисления

Ответ: 1a, 2a, 3a, 4a, 5c, 6b, 7b, 8b.

По 1,25 балла за каждое верное соответствие.

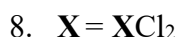
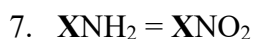
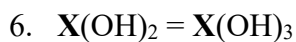
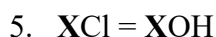
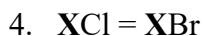
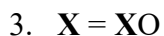
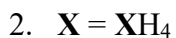
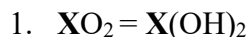
Максимум 10 баллов.

Решение:

Один из вариантов решения данного задания – представить, какой реагент требуется для проведения реакции. Например, реакции окисления требуют кислород или хлор, реакции восстановления – водород, а реакции без изменения степеней окисления – хлороводород, гидроксид натрия, воду.

11-3-4

Сопоставьте схематичную запись некоторой полуреакции и ее тип. **X** – фрагмент, атомный состав которого сохраняется в ходе реакции.



a) реакция окисления

b) реакция восстановления

c) реакция протекает без изменения степеней окисления

Ответ: 1b, 2b, 3a, 4c, 5c, 6a, 7a, 8a.

По 1,25 балла за каждое верное соответствие.

Максимум 10 баллов.

Решение:

Один из вариантов решения данного задания – представить, какой реагент требуется для проведения реакции. Например, реакции окисления требуют кислород или хлор, реакции восстановления – водород, а реакции без изменения степеней окисления – хлороводород, гидроксид натрия, воду.

11-4-1

Газ **А** обладает ярко выраженными окислительными свойствами. При пропускании газа **А** через твердый гидроксид калия образуется оранжевое соединение **Б**. Взаимодействие **Б** с водой приводит к выделению бесцветного газа **В**, который в 1,5 раза легче газа **А**. При комнатной температуре **Б** постепенно разлагается на газ **В** и соединение **Г**, имеющее тот же качественный состав, что и **Б**, и обладающее окислительными свойствами. Приведите формулы веществ **А**, **Б**, **В**, **Г**, используя английскую раскладку клавиатуры.

Ответ:

А – O₃

Б – KO₃

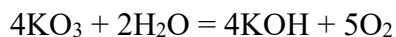
В – O₂

Г – KO₂ (засчитывать также K₂O₂)

По 2,5 балла за каждое верное вещество.

Максимум 10 баллов.

Решение:



11-4-2

Окрашенный газ **А** обладает ярко выраженными окислительными свойствами. При пропускании газа **А** через раствор иодида калия сначала наблюдается выпадение осадка вещества **Б**, однако при дальнейшем пропускании осадок растворяется из-за образования соединения **В**, которое в твердом состоянии имеет ионную кристаллическую решетку. При аккуратном нагревании соединение **В** разлагается с образованием соединения **Г**, которое имеет тот же качественный состав, что и **В**. Приведите формулы веществ **А**, **Б**, **В**, **Г**, используя английскую раскладку клавиатуры.

Ответ:

А – Cl₂

Б – I₂

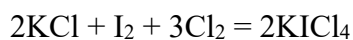
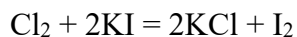
В – KICl₄ (засчитывать также K[ICl₄])

Г – KICl₂ (засчитывать также K[ICl₂])

По 2,5 балла за каждое верное вещество.

Максимум 10 баллов.

Решение:



11-4-3

Газ **А** обладает ярко выраженными восстановительными свойствами. При пропускании газа **А** через раствор пероксида водорода наблюдается выпадение осадка **Б**. Если же газ **А** пропустить через раствор нитрата свинца(II), то выпадет черный осадок **В**, который при взаимодействии с пероксидом водорода превращается в соединение **Г**. Приведите формулы веществ **А**, **Б**, **В**, **Г**, используя английскую раскладку клавиатуры.

Ответ:

А – H₂S

Б – S (засчитывать также S₈)

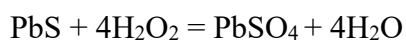
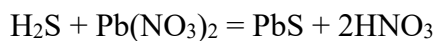
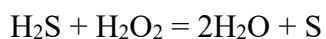
В – PbS

Г – PbSO₄

По 2,5 балла за каждое верное вещество.

Максимум 10 баллов.

Решение:



11-4-4

Газ **А** обладает ярко выраженными восстановительными свойствами. При взаимодействии **А** с водой образуется слабая кислота **Б** и газ **В**, также обладающий восстановительными свойствами. При взаимодействии газа **А** с избытком этилена образуется соединение **Г**, применяемое как компонент ракетных топлив. Приведите формулы веществ **А**, **Б**, **В**, **Г**, используя английскую раскладку клавиатуры.

Ответ:

А – B_2H_6 (засчитывать также BH_3)

Б – H_3BO_3

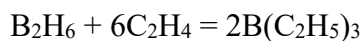
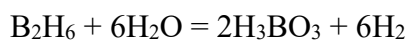
В – H_2

Г – $\text{B}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ (засчитывать также BC_6H_{15} , $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{B}$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{B}$)

По 2,5 балла за каждое верное вещество.

Максимум 10 баллов.

Решение:



11-5-1

При растворении алюминия в водном растворе щелочи выделяется газ, образованный элементом **X** (реакция 1). Известно, что элемент **X** образует ряд бинарных соединений, в том числе вещества **A** и **Б**, с массовой долей элемента **X** 4,20% и 12,7% соответственно. При взаимодействии соединения **A** с бромидом **B** (массовая доля брома 95,7%) образуется соединение **Д**. При взаимодействии соединения **Б** с бромидом **Г** (массовая доля брома 89,9%) образуется комплексное соединение **Е**. Соединения **Д** и **Е** активно применяются в органическом синтезе в качестве восстановителей.

Запишите символ элемента **X**, а также формулы веществ **A-E**.

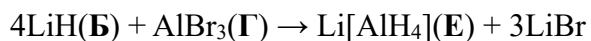
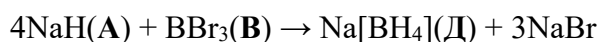
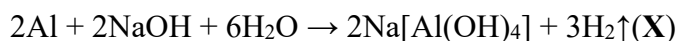
X	A	Б	B	Г	Д	Е

Ответ: **X** – H, **A** – NaH, **Б** – LiH, **B** – BBr₃, **Г** – AlBr₃, **Д** – NaBH₄, **Е** - LiAlH₄

1 балл за элемент X и по 1,5 балла за вещества A-E.

Максимум 10 баллов.

Решение:



11-5-2

При растворении алюминия в водном растворе щелочи выделяется газ, образованный элементом **Х** (реакция 1). Известно, что элемент **Х** образует ряд бинарных соединений, в том числе вещества **А** и **Б**. Соединение **А** окрашивает пламя в жёлтый цвет, а соединение **Б** – в карминово-красный. При взаимодействии соединения **А** с хлоридом **В** (массовая доля хлора 90,8%) образуется комплексное соединение **Д**. При взаимодействии соединения **Б** с бромидом **Г** (массовая доля брома 89,9%) образуется комплексное соединение **Е**. Соединения **Д** и **Е** активно применяются в органическом синтезе в качестве восстановителей.

Запишите символ элемента **Х**, а также формулы веществ **А-Е**.

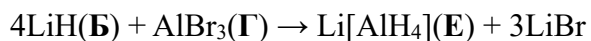
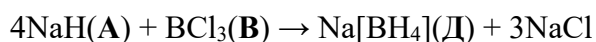
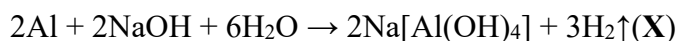
Х	А	Б	В	Г	Д	Е

Ответ: **Х** – H, **А** – NaH, **Б** – LiH, **В** – BCl₃, **Г** – AlBr₃, **Д** – NaBH₄, **Е** – LiAlH₄

1 балл за элемент Х и по 1,5 балла за вещества А-Е.

Максимум 10 баллов.

Решение:



11-5-3

При растворении алюминия в водном растворе щелочи выделяется газ, образованный элементом **X** (реакция 1). Известно, что элемент **X** образует ряд бинарных соединений, в том числе вещества **A** и **B** с массовой долей металла 95,8% и 87,3% соответственно. При взаимодействии соединения **A** с бромидом **B** (массовая доля брома 95,7%) образуется комплексное соединение **D**. При взаимодействии соединения **B** с хлоридом **Г** (массовая доля хлора 79,8%) образуется комплексное соединение **E**. Соединения **D** и **E** активно применяются в органическом синтезе в качестве восстановителей.

Запишите символ элемента **X**, а также формулы веществ **A-E**.

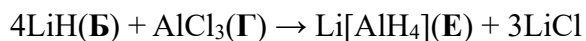
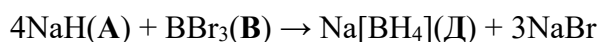
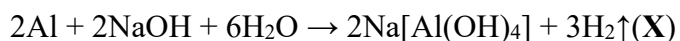
X	A	B	B	Г	D	E

Ответ: **X** – H, **A** – NaH, **B** – LiH, **B** – BBr₃, **Г** – AlCl₃, **D** – NaBH₄, **E** - LiAlH₄

1 балл за элемент X и по 1.5 балла за вещества A-E..

Максимум 10 баллов.

Решение:



11-5-4

При растворении алюминия в водном растворе щелочи выделяется газ, образованный элементом **X** (реакция 1). Известно, что элемент **X** образует ряд бинарных соединений, в том числе вещества **A** и **Б**. Металлы в соединениях **A** и **Б** принадлежат к одной группе Периодической системы, причем атомная масса металла в соединении **A** примерно в 3,3 раза больше атомной массы металла в соединении **Б**. При взаимодействии соединения **A** с хлоридом **В** (массовая доля хлора 90,8%) образуется комплексное соединение **Д**. При взаимодействии соединения **Б** с хлоридом **Г** (массовая доля хлора 79,8%) образуется комплексное соединение **Е**. Соединения **Д** и **Е** активно применяются в органическом синтезе в качестве восстановителей.

Запишите символ элемента **X**, а также формулы веществ **A-E**.

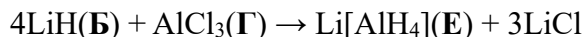
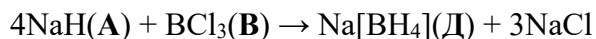
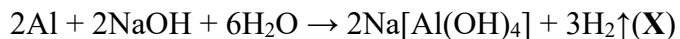
X	A	Б	В	Г	Д	Е

Ответ: **X** – H, **A** – NaH, **Б** – LiH, **В** – BCl₃, **Г** – AlCl₃, **Д** – NaBH₄, **Е** - LiAlH₄

1 балл за элемент X и по 1.5 балла за вещества A-E.

Максимум 10 баллов.

Решение:



11-6-1

Выберите все вещества, взаимодействующие с водным раствором перманганата калия:

1. Бензол
2. Аллиловый спирт
3. Бутин-2
4. Стирол
5. Нитрометан
6. Циклогексан
7. Циклопентадиен
8. Хлороформ

Ответ: 2347

+2,5 балла за каждый верный ответ, -2,5 балла за каждый неверный ответ (но не меньше 0).

Максимум 10 баллов.

Решение:

С водным раствором перманганата калия взаимодействуют вещества, содержащие кратные связи и/или группы, способные к окислению (например, альдегидную, гидроксильную группу), к ним относятся: аллиловый спирт, бутин-2, стирол и циклопентадиен.

11-6-2

Выберите все вещества, взаимодействующие с водным раствором перманганата калия:

1. Акролеин
2. Гексан
3. 1,2-Дифенилэтилен
4. Малеиновая кислота
5. Циклооктан
6. Бутадиен-1,3
7. Хлороформ
8. Триэтиламин

Ответ: 1346

+2,5 балла за каждый верный ответ, -2,5 балла за каждый неверный ответ (но не меньше 0).

Максимум 10 баллов.

Решение:

С водным раствором перманганата калия взаимодействуют вещества, содержащие кратные связи и/или группы, способные к окислению (например, альдегидную, гидроксильную группу), к ним относятся: акролеин, 1,2-дифенилэтилен, малеиновая кислота и бутадиен-1,3.

11-6-3

Выберите все вещества, взаимодействующие с водным раствором перманганата калия:

1. Ундекан
2. Ацетон
3. Циклооктин
4. Пировиноградная кислота
5. Метилвиниловый эфир
6. Изопрен
7. Сукцинимид
8. Хлоропрен

Ответ: 3568

+2,5 балла за каждый верный ответ, -2,5 балла за каждый неверный ответ (но не меньше 0).

Максимум 10 баллов.

Решение:

С водным раствором перманганата калия взаимодействуют вещества, содержащие кратные связи и/или группы, способные к окислению (например, альдегидную, гидроксильную группу), к ним относятся: циклооктин, метилвиниловый эфир, изопрен и хлоропрен.

11-6-4

Выберите все вещества, взаимодействующие с водным раствором перманганата калия:

1. Фумаровая кислота
2. 2-Метилпропан
3. 1,1-Дифенилэтилен
4. Уксусная кислота
5. Циклогептан
6. Бутен-2
7. Хлороформ
8. 3-Метоксипропин

Ответ: 1368

+2,5 балла за каждый верный ответ, -2,5 балла за каждый неверный ответ (но не меньше 0).

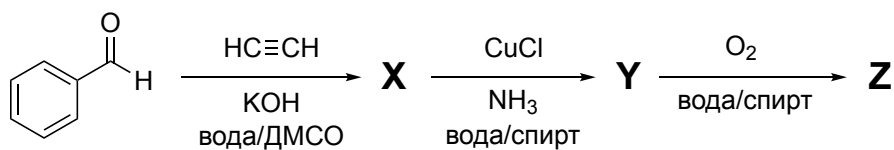
Максимум 10 баллов.

Решение:

С водным раствором перманганата калия взаимодействуют вещества, содержащие кратные связи и/или группы, способные к окислению (например, альдегидную, гидроксильную группу), к ним относятся: фумаровая кислота, 1,1-дифенилэтилен, бутен-2 и 3-метоксипропин.

11-7-1

Приведена следующая схема синтеза:



ДМСО – растворитель.

Определите формулы неизвестных веществ **X**, **Y**, **Z**. В качестве ответа приведите их молярные массы с точностью до целых.

X	Y	Z

Ответ: **X** – 132, **Y** – 195, **Z** – 262

по 2,5 балла за каждый верный ответ.

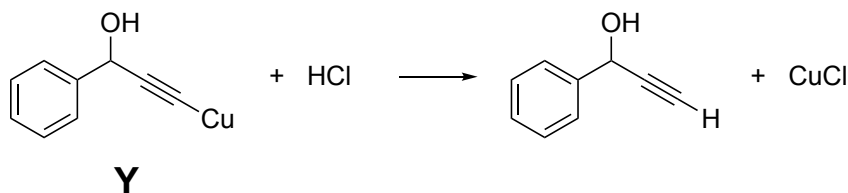
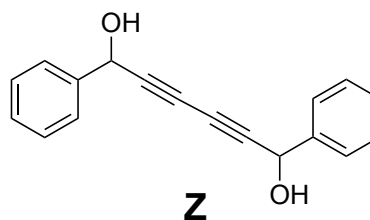
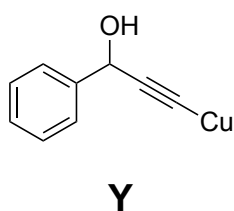
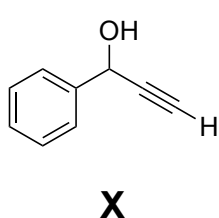
Определите формулу медьсодержащего вещества, которое образуется при обработке **Y** разбавленной соляной кислотой. В ответе приведите его формулу.

Ответ: CuCl

2,5 балла за верный ответ.

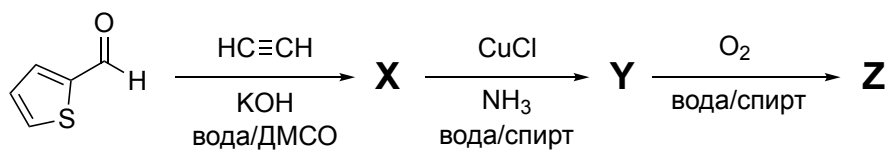
Максимум 10 баллов.

Решение:



11-7-2

Приведена следующая схема синтеза:



ДМСО – растворитель.

Определите формулы неизвестных веществ **X**, **Y**, **Z**. В качестве ответа приведите их молярные массы с точностью до целых.

X	Y	Z

Ответ: **X** – 138, **Y** – 201, **Z** – 274

по 2,5 балла за каждый верный ответ.

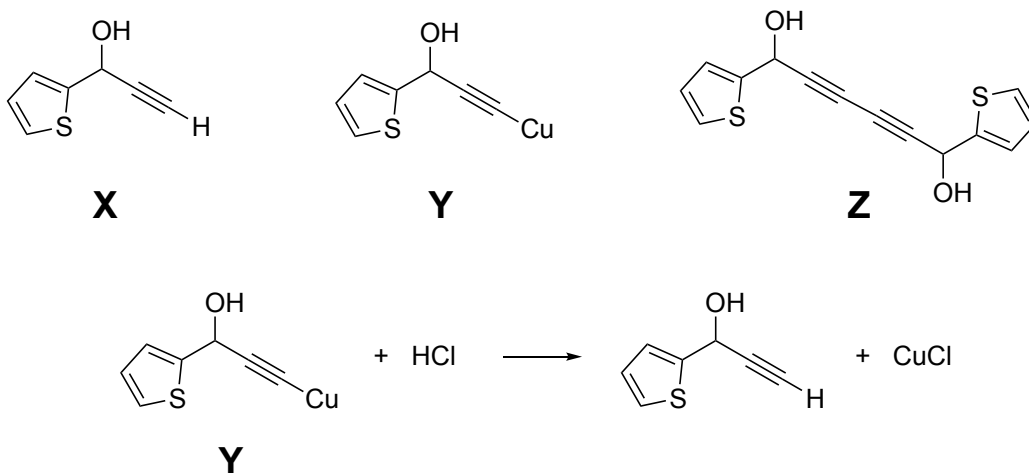
Определите формулу медьсодержащего вещества, которое образуется при обработке **Y** разбавленной соляной кислотой. В ответе приведите его формулу.

Ответ: CuCl

2,5 балла за верный ответ.

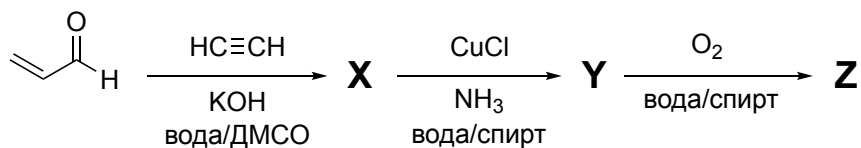
Максимум 10 баллов.

Решение:



11-7-3

Приведена следующая схема синтеза:



ДМСО – растворитель.

Определите формулы неизвестных веществ **X**, **Y**, **Z**. В качестве ответа приведите их молярные массы с точностью до целых.

X	Y	Z

Ответ: **X** – 82, **Y** – 145, **Z** – 162

по 2,5 балла за каждый верный ответ.

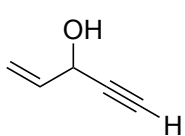
Определите формулу медьсодержащего вещества, которое образуется при обработке **Y** разбавленной соляной кислотой. В ответе приведите его формулу.

Ответ: CuCl

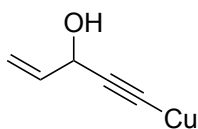
2,5 балла за верный ответ.

Максимум 10 баллов.

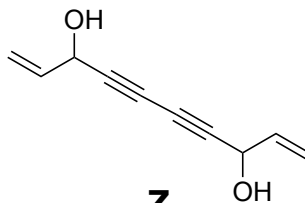
Решение:



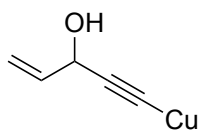
X



Y

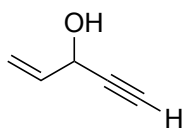


Z



Y

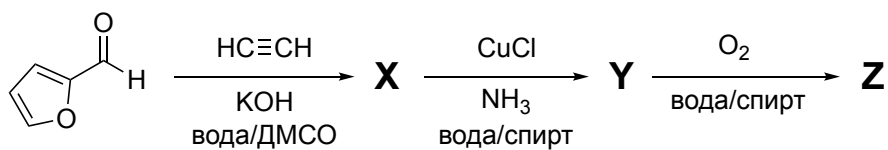
+ HCl



+ CuCl

11-7-4

Приведена следующая схема синтеза:



ДМСО – растворитель.

Определите формулы неизвестных веществ **X**, **Y**, **Z**. В качестве ответа приведите их молярные массы с точностью до целых.

X	Y	Z

Ответ: **X** – 122, **Y** – 185, **Z** – 242

по 2,5 балла за каждый верный ответ.

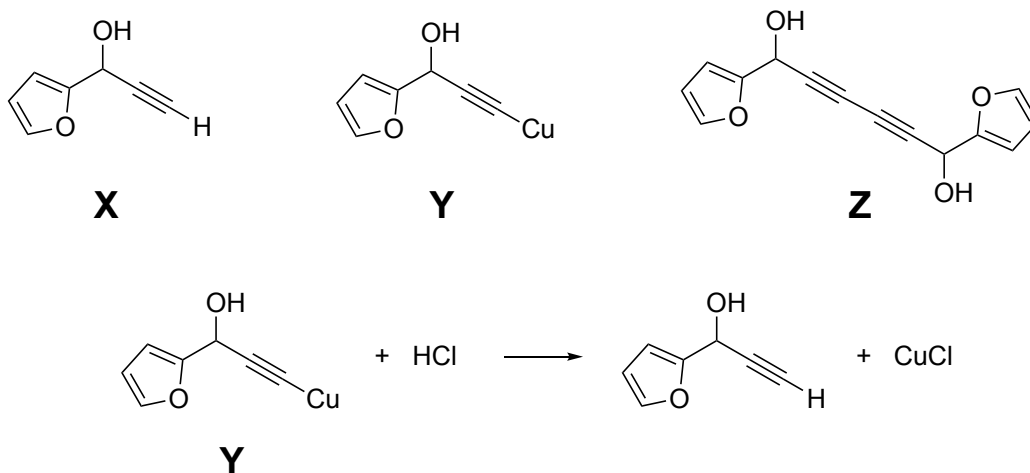
Определите формулу медьсодержащего вещества, которое образуется при обработке **Y** разбавленной соляной кислотой. В ответе приведите его формулу.

Ответ: CuCl

2,5 балла за верный ответ.

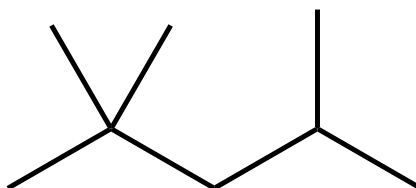
Максимум 10 баллов.

Решение:



11-8-1

Для представленного углеводорода определите количество различных моноклорпроизводных (без учета оптических изомеров), которые можно получить в реакции его хлорирования:



Поле для ответа 1. _____ **Ответ:** 4. 2 балла за верный ответ

В условиях реакции относительные скорости хлорирования по различным положениям относятся как 1:3,8:5 для первичных, вторичных и третичных атомов соответственно. Рассчитайте состав продуктов хлорирования приведенного углеводорода в массовых процентах с точностью до десятых, расположив их по возрастанию. В первое поле для ответа запишите наименьшее полученное значение, затем добавляйте новые поля для ввода для каждого значения. Общее количество полей должно быть равно ответу на пункт 1.

Ответ: 18,1; 21,7; 27,5; 32,6.

Диапазоны ответов: 17,9-18,3; 21,5-21,9; 27,3-27,7; 32,4-32,8.

По 2 балла за каждый верный ответ.


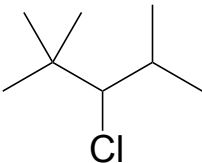
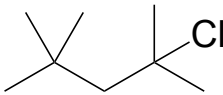
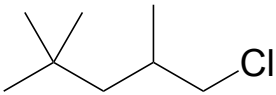
Максимум 10 баллов.

Решение:

Приведенный 2,2,4-триметилпентан имеет 4 типа атомов водорода, при замещении которых будут образовываться 4 различных моноклорпроизводных:

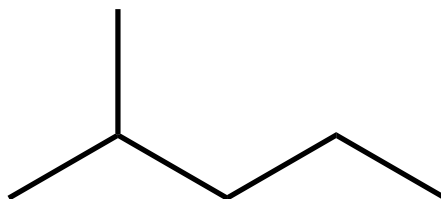
2,2,4-триметил-1-хлорпентан	2,2,4-триметил-3-хлорпентан	2,4,4-триметил-2-хлорпентан	2,4,4-триметил-1-хлорпентан

Вероятность замещения = (Количество Н) × (Относительная скорость). Найдем эти вероятности для каждого изомера, затем их мольные доли, затем – массовые.

2,2,4-триметил-1-хлорпентан	2,2,4-триметил-3-хлорпентан	2,4,4-триметил-2-хлорпентан	2,4,4-триметил-1-хлорпентан
			
$9 \times 1 = 9$	$2 \times 3,8 = 7,6$	$1 \times 5 = 5$	$6 \times 1 = 6$
$\chi = 9 / 27,6 = 0,326$	$\chi = 7,6 / 27,6 = 0,275$	$\chi = 7,6 / 27,6 = 0,181$	$\chi = 6 / 27,6 = 0,217$
$\omega = \chi = 32,6\%$	$\omega = \chi = 27,5\%$	$\omega = \chi = 18,1\%$	$\omega = \chi = 21,7\%$

11-8-2

Для представленного углеводорода определите количество различных моноклорпроизводных (без учета оптических изомеров), которые можно получить в реакции его хлорирования:



Поле для ответа 1. _____ **Ответ:** 5. 2 балла за верный ответ

В условиях реакции относительные скорости хлорирования по различным положениям относятся как 1:3,8:5 для первичных, вторичных и третичных атомов соответственно. Рассчитайте состав продуктов хлорирования приведенного углеводорода в массовых процентах с точностью до десятых, расположив их по возрастанию. В первое поле для ответа запишите наименьшее полученное значение, затем добавляйте новые поля для ввода для каждого значения. Общее количество полей должно быть равно ответу на пункт 1.

Ответ: 10,3; 17,1; 20,5; 26,0; 26,0.

Диапазоны ответов: 10,1-10,5; 16,9-17,3; 20,3-20,7; 25,8-26,2; 25,8-26,2.

По 1,6 балла за каждый верный ответ.

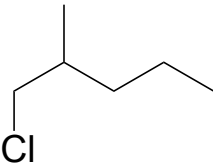
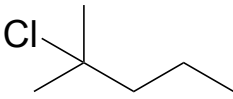
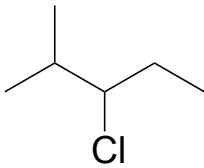
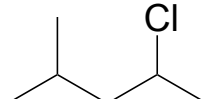
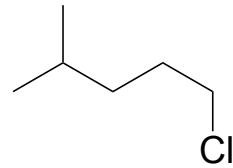
Максимум 10 баллов.

Решение:

Приведенный 2-метилпентан имеет 5 типов атомов водорода, при замещении которых будут образовываться 5 различных моноклорпроизводных:

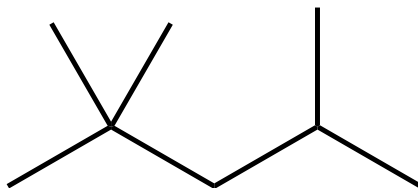
2-метил-1-хлорпентан	2-метил-2-хлорпентан	2-метил-3-хлорпентан	4-метил-2-хлорпентан	4-метил-1-хлорпентан

Вероятность замещения = (Количество Н) × (Относительная скорость). Найдем эти вероятности для каждого изомера, затем их мольные доли, затем – массовые.

2-метил-1-хлорпентан	2-метил-2-хлорпентан	2-метил-3-хлорпентан	4-метил-2-хлорпентан	4-метил-1-хлорпентан
				
$6 \times 1 = 6$	$1 \times 5 = 5$	$2 \times 3,8 = 7,6$	$2 \times 3,8 = 7,6$	$3 \times 1 = 3$
$\chi = 6 / 29,2 = 0,205$	$\chi = 5 / 29,2 = 0,171$	$\chi = 7,6 / 29,2 = 0,260$	$\chi = 7,6 / 29,2 = 0,260$	$\chi = 3 / 29,2 = 0,103$
$\omega = \chi = 20,5\%$	$\omega = \chi = 17,1 \%$	$\omega = \chi = 26,0\%$	$\omega = \chi = 26,0\%$	$\omega = \chi = 10,3\%$

11-8-3

Для представленного углеводорода определите количество различных монобромпроизводных (без учета оптических изомеров), которые можно получить в реакции его бромирования:



Поле для ответа 1. _____ **Ответ:** 4. 2 балла за верный ответ

В условиях реакции относительные скорости бромирования по различным положениям относятся как 1:80:1600 для первичных, вторичных и третичных атомов соответственно. Рассчитайте состав продуктов бромирования приведенного углеводорода в массовых процентах с точностью до десятых, расположив их по возрастанию. В первое поле для ответа запишите наименьшее полученное значение, затем добавляйте новые поля для ввода для каждого значения. Общее количество полей должно быть равно ответу на пункт 1.

Ответ: 0,3; 0,5; 9,0; 90,1.

Диапазоны ответов: 0,2-0,4; 0,4-0,6; 8,9-9,1; 89,8-90,4.

По 2 балла за каждый верный ответ.

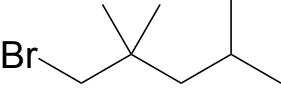
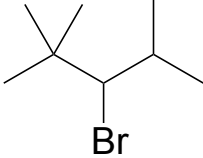
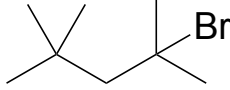
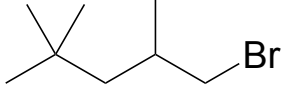
Максимум 10 баллов.

Решение:

Приведенный 2,2,4-триметилпентан имеет 4 типа атомов водорода, при замещении которых будут образовываться 4 различных монобромпроизводных:

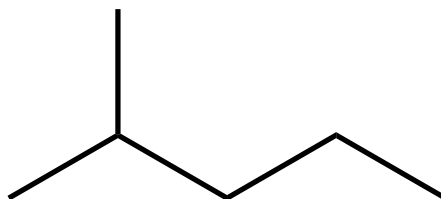
1-бром-2,2,4-триметилпентан	3-бром-2,2,4-триметилпентан	2-бром-2,4,4-триметилпентан	1-бром-2,4,4-триметилпентан

Вероятность замещения = (Количество Н) × (Относительная скорость). Найдем эти вероятности для каждого изомера, затем их мольные доли, затем – массовые.

1-бром-2,2,4- триметилпентан	3-бром-2,2,4- триметилпентан	2-бром-2,4,4- триметилпентан	1-бром-2,4,4- триметилпентан
			
$9 \times 1 = 9$	$2 \times 80 = 160$	$1 \times 1600 = 1600$	$6 \times 1 = 6$
$\chi = 9 / 1775 = 0,005$	$\chi = 160 / 1775 = 0,090$	$\chi = 1600 / 1775 = 0,901$	$\chi = 6 / 1775 = 0,003$
$\omega = \chi = 0,5\%$	$\omega = \chi = 9,0\%$	$\omega = \chi = 90,1\%$	$\omega = \chi = 0,3\%$

11-8-4

Для представленного углеводорода определите количество различных монобромпроизводных (без учета оптических изомеров), которые можно получить в реакции его бромирования:



Поле для ответа 1. _____ **Ответ:** 5. 2 балла за верный ответ

В условиях реакции относительные скорости бромирования по различным положениям относятся как 1:80:1600 для первичных, вторичных и третичных атомов соответственно. Рассчитайте состав продуктов бромирования приведенного углеводорода в массовых процентах с точностью до десятых, расположив их по возрастанию. В первое поле для ответа запишите наименьшее полученное значение, затем добавляйте новые поля для ввода для каждого значения. Общее количество полей должно быть равно ответу на пункт 1.

Ответ: 0,2; 0,3; 8,3; 8,3; 82,9.

Диапазоны ответов: 0,1-0,3; 0,2-0,4; 8,2-8,4; 8,2-8,4; 82,5-83,4.

По 1,6 балла за каждый верный ответ.

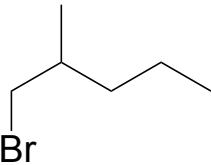
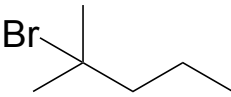
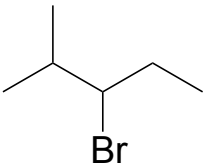
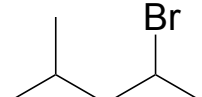
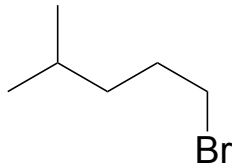
Максимум 10 баллов.

Решение:

Приведенный 2-метилпентан имеет 5 типов атомов водорода, при замещении которых будут образовываться 5 различных монобромпроизводных:

1-бром-2-метилпентан	2-бром-2-метилпентан	3-бром-2-метилпентан	2-бром-4-метилпентан	1-бром-4-метилпентан

Вероятность замещения = (Количество Н) × (Относительная скорость). Найдем эти вероятности для каждого изомера, затем их мольные доли, затем – массовые.

1-бром-2-метилпентан	2-бром-2-метилпентан	3-бром-2-метилпентан	2-бром-4-метилпентан	1-бром-4-метилпентан
				
$6 \times 1 = 6$	$1 \times 1600 = 1600$	$2 \times 80 = 160$	$2 \times 80 = 160$	$3 \times 1 = 3$
$\chi = 6 / 1929 = 0,003$	$\chi = 1600 / 1929 = 0,829$	$\chi = 160 / 1929 = 0,083$	$\chi = 160 / 1929 = 0,083$	$\chi = 3 / 1929 = 0,002$
$\omega = \chi = 0,3\%$	$\omega = \chi = 82,9\%$	$\omega = \chi = 8,3\%$	$\omega = \chi = 8,3\%$	$\omega = \chi = 0,2\%$

11-9-1

Хотя свойства соединений натрия и калия во многом сходны, их сульфаты различаются способностью образовывать кристаллогидраты. Так, сульфат калия в обычных условиях кристаллогидратов не образует, а сульфат натрия имеет стабильный декагидрат. Далее описаны опыты по очистке этих солей методом перекристаллизации:

(а) Сульфат калия технической чистоты (массовая доля растворимых примесей 5%) массой 100 г полностью растворили при 80 °С в минимальном количестве воды, необходимом для получения насыщенного раствора. Раствор охладили до 0 °С. Выпавшие кристаллы чистого вещества отфильтровали.

(б) Сульфат натрия такой же чистоты и массы обработали аналогично: растворили при 80 °С, получив насыщенный раствор, который затем охладили до 0 °С. Отфильтровали выпавшие кристаллы чистого вещества.

$S(K_2SO_4)$ при 0 °С = 7,18 г/100 г воды.

$S(K_2SO_4)$ при 80 °С = 21,4 г/100 г воды.

$S(Na_2SO_4)$ при 0 °С = 4,74 г/100 г воды.

$S(Na_2SO_4)$ при 80 °С = 43,3 г/100 г воды.

Определите массы веществ, полученных в опытах. В ответе приведите значения в граммах с точностью до целых.

опыт (а)	опыт (б)

Ответ: (а) – 63 (принимать от 61 до 65), (б) – 204 (принимать от 201 до 207).

По 5 баллов за каждый верный ответ.

Максимум 10 баллов.

Решение:

Опыт (а)

$$m(\text{чист. } K_2SO_4) = 100 \times 0,95 = 95 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = (95 / 21,4) \times 100 = 443,9 \text{ г}$$

$$m(K_2SO_4 \text{ в р-ре при } 0 \text{ °С}) = (443,9 / 100) \times 7,18 = 31,9 \text{ г}$$

$$m(\text{кристаллов } K_2SO_4) = 95 - 31,9 = 63,1 \text{ г}$$

Опыт (б)

$$m(\text{чист. } Na_2SO_4) = 95 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = (95 / 43,3) \times 100 \approx 219,4 \text{ г (исходная вода)}$$

Пусть в виде кристаллов выпало x моль $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}$, $M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \text{ г/моль}$.

Тогда:

$m(\text{безв. Na}_2\text{SO}_4 \text{ в кристаллогидрате}) = 142x$

$m(\text{H}_2\text{O в кристаллогидрате}) = 180x$

Масса безв. Na_2SO_4 в растворе при 0°C : $95 - 142x$

Масса свободной воды в растворе при 0°C : $219,4 - 180x$

Растворимость при 0°C : $4,74 \text{ г безв. соли на } 100 \text{ г воды}$.

Составляем уравнение:

$$(95 - 142x) / (219,4 - 180x) = 4,74 / 100$$

$x \approx 0,634 \text{ моль}$

$m(\text{кристаллов Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,634 \times 322 = 204,1 \text{ г}$

11-9-2

Хотя свойства соединений натрия и калия во многом сходны, их сульфаты различаются способностью образовывать кристаллогидраты. Так, сульфат калия в обычных условиях кристаллогидратов не образует, а сульфат натрия имеет стабильный декагидрат. Далее описаны опыты по очистке этих солей методом перекристаллизации:

(а) Сульфат калия технической чистоты (массовая доля растворимых примесей 5%) массой 120 г полностью растворили при 90 °С в минимальном количестве воды, необходимом для получения насыщенного раствора. Раствор охладили до 10 °С. Выпавшие кристаллы чистого вещества отфильтровали.

(б) Сульфат натрия такой же чистоты и массы обработали аналогично: растворили при 90 °С, получив насыщенный раствор, который затем охладили до 10 °С. Отфильтровали выпавшие кристаллы чистого вещества.

$S(K_2SO_4)$ при 10 °С = 8,55 г/100 г воды.

$S(K_2SO_4)$ при 90 °С = 24,1 г/100 г воды.

$S(Na_2SO_4)$ при 10 °С = 9,0 г/100 г воды.

$S(Na_2SO_4)$ при 90 °С = 45,5 г/100 г воды.

Определите массы веществ, полученных в опытах. В ответе приведите значения в граммах с точностью до целых.

опыт (а)	опыт (б)

Ответ: (а) – 74 (принимать от 72 до 76), (б) – 234 (принимать от 231 до 237).

По 5 баллов за каждый верный ответ.

Максимум 10 баллов.

Решение:

Опыт (а)

$$m(\text{чист. } K_2SO_4) = 120 \times 0,95 = 114 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = (114 / 24,1) \times 100 = 473,0 \text{ г}$$

$$m(K_2SO_4 \text{ в р-ре при } 10^\circ C) = (473,0 / 100) \times 8,55 = 40,4 \text{ г}$$

$$m(\text{кристаллов } K_2SO_4) = 114 - 40,4 = 73,6 \text{ г}$$

Опыт (б)

$$m(\text{чист. } Na_2SO_4) = 114 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = (114 / 45,5) \times 100 = 250,5 \text{ г (исходная вода)}$$

Пусть в виде кристаллов выпало x моль $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}$, $M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \text{ г/моль}$.

Тогда:

$m(\text{безв. Na}_2\text{SO}_4 \text{ в кристаллогидрате}) = 142x$

$m(\text{H}_2\text{O в кристаллогидрате}) = 180x$

Масса безв. Na_2SO_4 в растворе при 10°C : $114 - 142x$

Масса свободной воды в растворе при 10°C : $250,5 - 180x$

Растворимость при 10°C : $9,0 \text{ г безв. соли на } 100 \text{ г воды}$.

Составляем уравнение:

$$(114 - 142x) / (250,5 - 180x) = 9,0 / 100$$

$x \approx 0,727 \text{ моль}$

$m(\text{кристаллов Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,727 \times 322 = 234,1 \text{ г}$

11-9-3

Хотя свойства соединений натрия и калия во многом сходны, их сульфаты различаются способностью образовывать кристаллогидраты. Так, сульфат калия в обычных условиях кристаллогидратов не образует, а сульфат натрия имеет стабильный декагидрат. Далее описаны опыты по очистке этих солей методом перекристаллизации:

(а) Сульфат калия технической чистоты (массовая доля растворимых примесей 5%) массой 150 г полностью растворили при 90 °С в минимальном количестве воды, необходимом для получения насыщенного раствора. Раствор охладили до 0 °С. Выпавшие кристаллы чистого вещества отфильтровали.

(б) Сульфат натрия такой же чистоты и массы обработали аналогично: растворили при 90 °С, получив насыщенный раствор, который затем охладили до 0 °С. Отфильтровали выпавшие кристаллы чистого вещества.

$S(K_2SO_4)$ при 0 °С = 7,18 г/100 г воды.

$S(K_2SO_4)$ при 90 °С = 24,1 г/100 г воды.

$S(Na_2SO_4)$ при 0 °С = 4,74 г/100 г воды.

$S(Na_2SO_4)$ при 90 °С = 45,5 г/100 г воды.

Определите массы веществ, полученных в опытах. В ответе приведите значения в граммах с точностью до целых.

опыт (а)	опыт (б)

Ответ: (а) – 100 (принимать от 97 до 103), (б) – 308 (принимать от 304 до 312).

По 5 баллов за каждый верный ответ.

Максимум 10 баллов.

Решение:

Опыт (а)

$$m(\text{чист. } K_2SO_4) = 150 \times 0,95 = 142,5 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = (142,5 / 24,1) \times 100 = 591,3 \text{ г}$$

$$m(K_2SO_4 \text{ в р-ре при } 0 \text{ °С}) = (591,3 / 100) \times 7,18 = 42,5 \text{ г}$$

$$m(\text{кристаллов } K_2SO_4) = 142,5 - 42,5 = 100,0 \text{ г}$$

Опыт (б)

$$m(\text{чист. } Na_2SO_4) = 142,5 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = (142,5 / 45,5) \times 100 = 313,2 \text{ г}$$

Пусть в виде кристаллов выпало x моль $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}$, $M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \text{ г/моль}$.

Тогда:

$m(\text{безв. Na}_2\text{SO}_4 \text{ в кристаллогидрате}) = 142x$

$m(\text{H}_2\text{O в кристаллогидрате}) = 180x$

Масса безв. Na_2SO_4 в растворе при 0°C : $142,5 - 142x$

Масса свободной воды в растворе при 0°C : $313,2 - 180x$

Растворимость при 0°C : $4,74 \text{ г безв. соли на } 100 \text{ г воды}$.

Составляем уравнение:

$$(142,5 - 142x) / (313,2 - 180x) = 4,74 / 100$$

$x \approx 0,956 \text{ моль}$

$m(\text{кристаллов Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,956 \times 322 = 307,8 \text{ г}$

11-9-4

Хотя свойства соединений натрия и калия во многом сходны, их сульфаты различаются способностью образовывать кристаллогидраты. Так, сульфат калия в обычных условиях кристаллогидратов не образует, а сульфат натрия имеет стабильный декагидрат. Далее описаны опыты по очистке этих солей методом перекристаллизации:

(а) Сульфат калия технической чистоты (массовая доля растворимых примесей 5%) массой 90 г полностью растворили при 80 °С в минимальном количестве воды, необходимом для получения насыщенного раствора. Раствор охладили до 10 °С. Выпавшие кристаллы чистого вещества отфильтровали.

(б) Сульфат натрия такой же чистоты и массы обработали аналогично: растворили при 80 °С, получив насыщенный раствор, который затем охладили до 10 °С. Отфильтровали выпавшие кристаллы чистого вещества.

$S(K_2SO_4)$ при 10 °С = 8,55 г/100 г воды.

$S(K_2SO_4)$ при 80 °С = 21,4 г/100 г воды.

$S(Na_2SO_4)$ при 10 °С = 9,0 г/100 г воды.

$S(Na_2SO_4)$ при 80 °С = 43,3 г/100 г воды.

Определите массы веществ, полученных в опытах. В ответе приведите значения в граммах с точностью до целых.

опыт (а)	опыт (б)

Ответ: (а) – 51 (принимать от 49 до 53), (б) – 173 (принимать от 170 до 176).

По 5 баллов за каждый верный ответ.

Максимум 10 баллов.

Решение:

Опыт (а)

$$m(\text{чист. } K_2SO_4) = 90 \times 0,95 = 85,5 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = (85,5 / 21,4) \times 100 = 399,5 \text{ г}$$

$$m(K_2SO_4 \text{ в р-ре при } 10^\circ C) = (399,5 / 100) \times 8,55 = 34,2 \text{ г}$$

$$m(\text{кристаллов } K_2SO_4) = 85,5 - 34,2 = 51,3 \text{ г}$$

Опыт (б)

$$m(\text{чист. } Na_2SO_4) = 85,5 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = (85,5 / 43,3) \times 100 = 197,5 \text{ г}$$

Пусть в виде кристаллов выпало x моль $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}$, $M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \text{ г/моль}$.

Тогда:

$m(\text{безв. Na}_2\text{SO}_4 \text{ в кристаллогидрате}) = 142x$

$m(\text{H}_2\text{O в кристаллогидрате}) = 180x$

Масса безв. Na_2SO_4 в растворе при 10°C : $85,5 - 142x$

Масса свободной воды в растворе при 10°C : $197,5 - 180x$

Растворимость при 10°C : $9,0 \text{ г безв. соли на } 100 \text{ г воды}$.

Составляем уравнение:

$$(85,5 - 142x) / (197,5 - 180x) = 9,0 / 100$$

$$x \approx 0,538 \text{ моль}$$

$$m(\text{кристаллов Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,538 \times 322 = 173,2 \text{ г}$$

11-10-1

Имеется экспериментальная установка, представляющая собой горизонтальный жесткий теплоизолированный цилиндр, разделенный двумя непроницаемыми перегородками на три отсека. Состав каждого из отсеков и параметры внутри приведены на схеме:

вакуум	HI	Ar	$V_1 = V_2 = V_3 = 1 \text{ л}$
V_1	V_2	V_3	$P_1 = 0 \text{ бар}$
P_1	P_2	P_3	$P_2 = P_3 = 1 \text{ бар}$
T_1	T_2	T_3	$T_1 = T_2 = T_3 = 25 \text{ °C}$

Всю установку нагрели, произошла реакция: $2\text{HI}(\text{г}) = \text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г})$. При температуре эксперимента константа равновесия этой реакции $K_p = 0.020$.

1. Определите степень разложения иодоводорода в центральной камере после установления равновесия. Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 1. _____ **Ответ:** 22 (принимать от 21 до 23)

2. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева левую перегородку убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 2. _____ **Ответ:** 22 (принимать от 21 до 23)

3. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева правую перегородку убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 3. _____ **Ответ:** 22 (принимать от 21 до 23)

4. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева обе перегородки убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 4. _____ **Ответ:** 22 (принимать от 21 до 23)

По 2,5 балла за каждый верный ответ.

Максимум 10 баллов.

Решение:

Так как в реакции не происходит изменения количества газов, то степень разложения не зависит от изначального количества иодоводорода, и определяется только константой равновесия, которая зависит только от температуры. Таким образом, если HI изначально было 1, то после наступления равновесия количества иодоводорода, иода и водорода в сумме будут равны 1. Обозначим степень разложения за α и запишем выражение для K_p

$$K_p = K_x = \frac{\chi(\text{H}_2) \times \chi(\text{H}_2)}{(\chi(\text{HI}))^2} = \frac{\frac{1}{2}\alpha \times \frac{1}{2}\alpha}{(1 - \alpha)^2} = \frac{\alpha^2}{4(1 - \alpha)^2} = 0.02$$

Откуда $\alpha = 0,22 = 22\%$.

Так как степень разложения определяется только константой равновесия (а она определяется только температурой), то разбавление смеси инертным газом или понижение давления не будут влиять, поэтому ответы к остальным пунктам также 22%.

11-10-2

Имеется экспериментальная установка, представляющая собой горизонтальный жесткий теплоизолированный цилиндр, разделенный двумя непроницаемыми перегородками на три отсека. Состав каждого из отсеков и параметры внутри приведены на схеме:

вакуум	HI	Ar	$V_1 = V_2 = V_3 = 1,5 \text{ л}$ $P_1 = 0 \text{ бар}$ $P_2 = P_3 = 1 \text{ бар}$ $T_1 = T_2 = T_3 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$
V_1	V_2	V_3	
P_1	P_2	P_3	
T_1	T_2	T_3	

Всю установку нагрели, произошла реакция: $2\text{HI}(\text{г}) = \text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г})$. При температуре эксперимента константа равновесия этой реакции $K_p = 0.040$.

1. Определите степень разложения иодоводорода в центральной камере после установления равновесия. Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 1. _____ **Ответ:** 29 (принимать от 28 до 30)

2. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева левую перегородку убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 2. _____ **Ответ:** 29 (принимать от 28 до 30)

3. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева правую перегородку убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 3. _____ **Ответ:** 29 (принимать от 28 до 30)

4. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева обе перегородки убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 4. _____ **Ответ:** 29 (принимать от 28 до 30)

По 2,5 балла за каждый верный ответ.

Максимум 10 баллов.

Решение:

Так как в реакции не происходит изменения количества газов, то степень разложения не зависит от изначального количества иодоводорода, и определяется только константой равновесия, которая зависит только от температуры. Таким образом, если HI изначально было 1, то после наступления равновесия количества иодоводорода, иода и водорода в сумме будут равны 1. Обозначим степень разложения за α и запишем выражение для K_p

$$K_p = K_x = \frac{\chi(\text{H}_2) \times \chi(\text{H}_2)}{(\chi(\text{HI}))^2} = \frac{\frac{1}{2}\alpha \times \frac{1}{2}\alpha}{(1 - \alpha)^2} = \frac{\alpha^2}{4(1 - \alpha)^2} = 0.04$$

Откуда $\alpha = 0,286 = 29\%$.

Так как степень разложения определяется только константой равновесия (а она определяется только температурой), то разбавление смеси инертным газом или понижение давления не будут влиять, поэтому ответы к остальным пунктам также 29%.

11-10-3

Имеется экспериментальная установка, представляющая собой горизонтальный жесткий теплоизолированный цилиндр, разделенный двумя непроницаемыми перегородками на три отсека. Состав каждого из отсеков и параметры внутри приведены на схеме:

вакуум	HI	Ar	$V_1 = V_2 = V_3 = 2 \text{ л}$ $P_1 = 0 \text{ бар}$ $P_2 = P_3 = 1 \text{ бар}$ $T_1 = T_2 = T_3 = 30 \text{ °C}$
V_1	V_2	V_3	
P_1	P_2	P_3	
T_1	T_2	T_3	

Всю установку нагрели, произошла реакция: $2\text{HI}(\text{г}) = \text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г})$. При температуре эксперимента константа равновесия этой реакции $K_p = 0.060$.

1. Определите степень разложения иодоводорода в центральной камере после установления равновесия. Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 1. _____ **Ответ:** 33 (принимать от 32 до 34)

2. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева левую перегородку убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 2. _____ **Ответ:** 33 (принимать от 32 до 34)

3. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева правую перегородку убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 3. _____ **Ответ:** 33 (принимать от 32 до 34)

4. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева обе перегородки убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 4. _____ **Ответ:** 33 (принимать от 32 до 34)

По 2,5 балла за каждый верный ответ.

Максимум 10 баллов.

Решение:

Так как в реакции не происходит изменения количества газов, то степень разложения не зависит от изначального количества иодоводорода, и определяется только константой равновесия, которая зависит только от температуры. Таким образом, если HI изначально было 1, то после наступления равновесия количества иодоводорода, иода и водорода в сумме будут равны 1. Обозначим степень разложения за α и запишем выражение для K_p

$$K_p = K_x = \frac{\chi(\text{H}_2) \times \chi(\text{H}_2)}{(\chi(\text{HI}))^2} = \frac{\frac{1}{2}\alpha \times \frac{1}{2}\alpha}{(1 - \alpha)^2} = \frac{\alpha^2}{4(1 - \alpha)^2} = 0.06$$

Откуда $\alpha = 0,33 = 33\%$.

Так как степень разложения определяется только константой равновесия (а она определяется только температурой), то разбавление смеси инертным газом или понижение давления не будут влиять, поэтому ответы к остальным пунктам также 33%.

11-10-4

Имеется экспериментальная установка, представляющая собой горизонтальный жесткий теплоизолированный цилиндр, разделенный двумя непроницаемыми перегородками на три отсека. Состав каждого из отсеков и параметры внутри приведены на схеме:

вакуум	HI	Ar	$V_1 = V_2 = V_3 = 2 \text{ л}$ $P_1 = 0 \text{ бар}$ $P_2 = P_3 = 1 \text{ бар}$ $T_1 = T_2 = T_3 = 25 \text{ °C}$
V_1	V_2	V_3	
P_1	P_2	P_3	
T_1	T_2	T_3	

Всю установку нагрели, произошла реакция: $2\text{HI}(\text{г}) = \text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г})$. При температуре эксперимента константа равновесия этой реакции $K_p = 0.080$.

1. Определите степень разложения иодоводорода в центральной камере после установления равновесия. Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 1. _____ **Ответ:** 36 (принимать от 35 до 37)

2. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева левую перегородку убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 2. _____ **Ответ:** 36 (принимать от 35 до 37)

3. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева правую перегородку убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 3. _____ **Ответ:** 36 (принимать от 35 до 37)

4. Какая была бы степень разложения иодоводорода после установления равновесия, если бы до нагрева обе перегородки убрали? Ответ выразите в процентах с точностью до целых.

Поле для ответа 4. _____ **Ответ:** 36 (принимать от 35 до 37)

По 2,5 балла за каждый верный ответ.

Максимум 10 баллов.

Решение:

Так как в реакции не происходит изменения количества газов, то степень разложения не зависит от изначального количества иодоводорода, и определяется только константой равновесия, которая зависит только от температуры. Таким образом, если HI изначально было 1, то после наступления равновесия количества иодоводорода, иода и водорода в сумме будут равны 1. Обозначим степень разложения за α и запишем выражение для K_p

$$K_p = K_x = \frac{\chi(\text{H}_2) \times \chi(\text{H}_2)}{(\chi(\text{HI}))^2} = \frac{\frac{1}{2}\alpha \times \frac{1}{2}\alpha}{(1 - \alpha)^2} = \frac{\alpha^2}{4(1 - \alpha)^2} = 0.08$$

Откуда $\alpha = 0,36 = 36\%$.

Так как степень разложения определяется только константой равновесия (а она определяется только температурой), то разбавление смеси инертным газом или понижение давления не будут влиять, поэтому ответы к остальным пунктам также 36%.