

1																	18
¹ H 1.008	2											13	14	15	16	17	² He 4.003
³ Li 6.94	⁴ Be 9.01											⁵ B 10.81	⁶ C 12.01	⁷ N 14.01	⁸ O 16.00	⁹ F 19.00	¹⁰ Ne 20.18
¹¹ Na 22.99	¹² Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	¹³ Al 26.98	¹⁴ Si 28.09	¹⁵ P 30.97	¹⁶ S 32.06	¹⁷ Cl 35.45	¹⁸ Ar 39.95
¹⁹ K 39.10	²⁰ Ca 40.08	²¹ Sc 44.96	²² Ti 47.87	²³ V 50.94	²⁴ Cr 52.00	²⁵ Mn 54.94	²⁶ Fe 55.85	²⁷ Co 58.93	²⁸ Ni 58.69	²⁹ Cu 63.55	³⁰ Zn 65.38	³¹ Ga 69.72	³² Ge 72.63	³³ As 74.92	³⁴ Se 78.97	³⁵ Br 79.90	³⁶ Kr 83.80
³⁷ Rb 85.47	³⁸ Sr 87.62	³⁹ Y 88.91	⁴⁰ Zr 91.22	⁴¹ Nb 92.91	⁴² Mo 95.95	⁴³ Tc -	⁴⁴ Ru 101.1	⁴⁵ Rh 102.9	⁴⁶ Pd 106.4	⁴⁷ Ag 107.9	⁴⁸ Cd 112.4	⁴⁹ In 114.8	⁵⁰ Sn 118.7	⁵¹ Sb 121.8	⁵² Te 127.6	⁵³ I 126.9	⁵⁴ Xe 131.3
⁵⁵ Cs 132.9	⁵⁶ Ba 137.3	57- 71	⁷² Hf 178.5	⁷³ Ta 180.9	⁷⁴ W 183.8	⁷⁵ Re 186.2	⁷⁶ Os 190.2	⁷⁷ Ir 192.2	⁷⁸ Pt 195.1	⁷⁹ Au 197.0	⁸⁰ Hg 200.6	⁸¹ Tl 204.4	⁸² Pb 207.2	⁸³ Bi 209.0	⁸⁴ Po -	⁸⁵ At -	⁸⁶ Rn -
⁸⁷ Fr -	⁸⁸ Ra -	89- 103	¹⁰⁴ Rf -	¹⁰⁵ Db -	¹⁰⁶ Sg -	¹⁰⁷ Bh -	¹⁰⁸ Hs -	¹⁰⁹ Mt -	¹¹⁰ Ds -	¹¹¹ Rg -	¹¹² Cn -	¹¹³ Nh -	¹¹⁴ Fl -	¹¹⁵ Mc -	¹¹⁶ Lv -	¹¹⁷ Ts -	¹¹⁸ Og -

⁵⁷ La 138.9	⁵⁸ Ce 140.1	⁵⁹ Pr 140.9	⁶⁰ Nd 144.2	⁶¹ Pm -	⁶² Sm 150.4	⁶³ Eu 152.0	⁶⁴ Gd 157.3	⁶⁵ Tb 158.9	⁶⁶ Dy 162.5	⁶⁷ Ho 164.9	⁶⁸ Er 167.3	⁶⁹ Tm 168.9	⁷⁰ Yb 173.0	⁷¹ Lu 175.0
⁸⁹ Ac -	⁹⁰ Th 232.0	⁹¹ Pa 231.0	⁹² U 238.0	⁹³ Np -	⁹⁴ Pu -	⁹⁵ Am -	⁹⁶ Cm -	⁹⁷ Bk -	⁹⁸ Cf -	⁹⁹ Es -	¹⁰⁰ Fm -	¹⁰¹ Md -	¹⁰² No -	¹⁰³ Lr -



Республиканская олимпиада по химии
Областной этап (2022-2023).
Официальный комплект решений 10-класса.

Содержание

Предисловие	3
Задача №1. Смесь газов (10%)	4
Задача №2. Не потеряй ничего нужного (12%)	5
Задача №3. Хладагент (10%)	7
Задача №4. Комплексные соединения (12%)	8
Задача №5. Органический блиц (11%)	10
Задача №6. Цепочка органических реакций (15%)	13

Обращение к участникам:

Коллегия химиков хочет, чтобы районная олимпиада выполняла не только роль отбора на областную олимпиаду, но и являлась возможностью для участников получить удовольствие от решения задач, узнать что-то новое и подогреть свой интерес к химии. Чтобы лучше выполнять эту задачу нам нужно лучше понимать уровень подготовки участников. Для этого мы **просим вас дать обратную связь по олимпиаде заполнив анкету: opros.qazcho.kz**. Чем больше мы получим ответов, тем лучше мы сможем корректировать сложность, качество и объем заданий как на областном этапе, так и на районном этапе в следующем году. Заранее спасибо!

Обращение к членам жюри:

Перед вами находится официальный комплект решений районного этапа республиканской олимпиады по химии (2022-2023 учебный год). Мы расписали как должен оцениваться каждый пункт каждой задачи (включая максимальный балл за задачу и за отдельный пункт). Если у вас есть вопросы по решению той или иной задачи или по ее оцениванию, вы можете связаться с составителями через специальный чат для жюри. Ссылка на чат есть на странице qazcho.kz/join/.

В большинстве решений мы указываем разбалловку за финальные ответы. Если не указано иное, вы можете выдавать баллы за правильные рассуждения даже если финальный ответ неправильный или отсутствует вовсе (но иногда авторское решение ограничивает сколько баллов можно давать за рассуждения без конечного ответа). Во всех задачах, за правильный ответ без расчетов и рассуждений (если не указано иное) ученику должно присуждаться 0 баллов.

Теперь просьба. Мы (составители) не получаем никакой информации о результатах учеников на районном этапе. Из-за этого, мы лишены обратной связи: мы не можем понять было ли задание слишком легким или слишком сложным, мы не можем корректировать нашу работу на основании реальных данных. **Поэтому мы бы хотели попросить вас отправить результаты вашего района на нашу почту results@qazcho.kz**. Особенно полезными будут результаты с разбалловкой по задачам (в идеале -- по подпунктам). Если хотите, вы можете анонимизировать результаты (т.е. отправить без имен учеников). Но если вы отправите результаты с именами, у нас будет возможность сравнивать их с последующими результатами этих учеников на областном и заключительном этапах (в идеале, если мы хорошо будем справляться с составлением заданий, у этих результатов должна быть корреляция).

В любом случае мы гарантируем полную конфиденциальность как отправителя (т.е. вас), так и результатов, которые мы получим. Все данные будут использованы исключительно в целях статистического анализа направленного на улучшение нашей работы.

Задача №1. Смесь газов

Автор: Мадиева М.

1.1 (10 баллов)

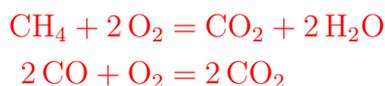
При пропускании смеси через раствор щелочи поглощается только углекислый газ CO_2 :



Объем поглощенного CO_2 составляет 2.24 л. Следовательно,

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{2.24}{22.4} = 0.10 \text{ моль (1 балл)}$$

После поглощения CO_2 объем смеси составил $5.60 - 2.24 = 3.36$ л, что соответствует 0.15 моль. (1 балл) Уравнения сгорания оставшихся газов: (по 1 баллу)



Пусть в смеси было x моль CH_4 и y моль CO , тогда на сгорание CH_4 израсходовано $2x$ O_2 , а на сгорание CO - $y/2$ моль O_2 ; Всего израсходовано кислорода:

$$\frac{3.36}{22.4} = 0.15 \text{ моль (1 балл)}$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{aligned}x + y &= 0.15 \\ 2x + y/2 &= 0.15\end{aligned}$$

Отсюда $x = 0.05$, $y = 0.10$. Значит, в исходной смеси было 0.05 моль CH_4 (1.12 л или 20%), 0.10 моль CO (2.24 л или 40%) и 0.10 моль CO_2 (2.24 л или 40%).

Ответ. 20% CH_4 , 20% CO , 40% CO_2 .

За правильно составленные уравнения и решение 4 балла. За правильно составленные уравнения, но неправильный ответ можно выдавать до 1 балла суммарно. Правильный ответ без расчета - 0 баллов.

Задача №2. Не потеряй ничего нужного

Автор: Загрибельный Б.

2.1 (12 баллов)

Неизвестное галогенсодержащее соединение фосфора обозначим через формулу P_xHal_yD , где x – число атомов фосфора в молекуле, Hal – неизвестный галоген, y – число его атомов. D – довесок, неизвестной массы и состава.

Исходя из условия задачи Hal – скорее всего Br , поскольку в тексте фигурирует «желтоватый творожистый осадок» **В**, который по описанию совпадает с бромидом серебра. Итак, делаем небезосновательное предположение, что галоген – это бром, а газ **А** -- HBr . (**0.5 балла** за определение формулы осадка **В**, **0.5 балла** за определение формулы газа **А**, **итого 1 балл**). Тогда формула неизвестного галогенсодержащего вещества -- P_xBr_yD . (**2 балла** за вывод общей формулы **Ф** с учётом довеска. Если довесок сразу обозначен как кислород, то это штрафоваться не будет).

Разберемся теперь с осадком **В**. По условию задачи, **В** скорее всего содержит фосфор, кислород, барий и, возможно, водород. Брома в молекуле нет, поскольку по условию в промывных водах и фильтрате бромид-ион не обнаруживается нитратом серебра. Запишем формулу осадка: $Ba_aP_bO_cH_d$. (**2 балла** за вывод формулы. Если не учтено возможное наличие водорода – (минус 0.25 балла), если нет комментария относительно наличия брома – (минус 0.25 балла)).

Выражение для массовой доли фосфора:

$$w(P) = \frac{A_r(P) \times b}{A_r(Ba) \times a + A_r(P) \times b + A_r(O) \times c + A_r(H) \times d} = \quad (1)$$

$$= \frac{31.0b}{137.3a + 31.0b + 16.0c + 1.0d} = 0.1029 \quad (2)$$

Также из условия задачи известно, что сумма атомов в формульной единице осадка **В** равна 13. Выражение для суммы атомов: $a + b + c + d = 13$.

Исходя из этих двух уравнений и понимания того, что a, b, c и d представляют собой целые положительные числа получаем, что единственное разумное решение обнаруживается при $a = 3, b = 2, c = 8$ и $d = 0$, то есть водорода в молекуле **В** всё-таки нет. Таким образом **В** – это $Ba_3P_2O_8$ или $Ba_3(PO_4)_2$, то есть это фосфат бария. (**2 балла** за вывод формулы с двумя алгебраическими уравнениями)

Количество вещества бромида серебра равно $\frac{6.76 \text{ г}}{187.77 \text{ г/моль}} = 36 \text{ ммоль}$. (**0.5 балла** за расчет количества вещества бромида серебра)

При гидролизе 1 моль P_xBr_yD весь бром переходит в y моль бромид ионов. Таким образом количество вещества P_xBr_yD – $36/y$ ммоль. По определению молярная масса P_xBr_yD вычисляется как:

$$31.0x + 79.9y + D = M(\text{P}_x\text{Br}_y\text{D})$$

А исходя из массы и количества вещества:

$$M(\text{P}_x\text{Br}_y\text{D}) = \frac{3.44 \text{ г}}{36/y \text{ ммоль}} = 95.55y \text{ г моль}^{-1}$$

Сводим оба уравнения воедино и получаем:

$$31.0x + 79.9y + D = 95.55y \quad (1)$$

$$31.0x - 15.65y + D = 0 \quad (2)$$

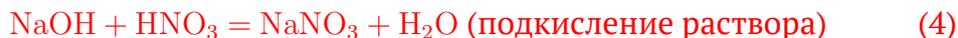
$$-31.0x + 15.65y = D \quad (3)$$

Очевидно, что довесок D не может быть отрицательным по массе, поэтому начнём проверять с $y = 2$, а x фиксируем равным 1 и проверяем до $y = 6$ (условие задачи о том, что в Ф не более 7 атомов).

y	2	3	4	5	6
D	0.3	15.95	31.6	47.25	62.9

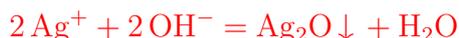
Единственный рациональный вариант наблюдается при $y = 3$, где рассчитанное значение довеска D равно 15.95, что очень близко к атомной массе кислорода. Таким образом формула галогенсодержащего вещества Ф – POBr_3 – оксидбромид фосфора (V). (1 балл за вывод формулы Ф)

Уравнения реакций:



(По 0.5 балла за каждое правильное уравнение, итого 2.5 балла)

Если не подкислить раствор для проведения пробы на бромид-ион, то есть вероятность выпадения осадка окиси серебра (I).

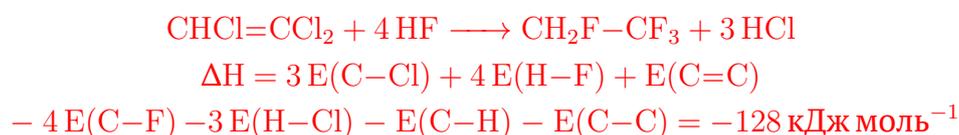
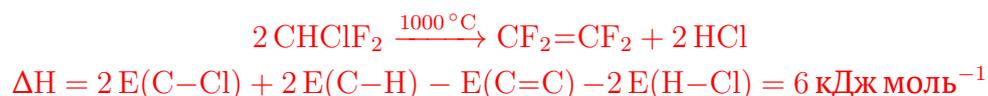


Азотная кислота лучше всего подходит, поскольку нитрат серебра хорошо растворим в воде. (1 балл за аргументированное объяснение с указанием возможности выпадения окиси серебра (I) в осадок)

Задача №3. Хладагент

Автор: Бекхожин Ж.

3.1 (8 баллов)



2 балла за каждую правильную энтальпию. **-0.5 балла** за каждый неправильный знак. **-0.25 балла** за отсутствие единиц измерения в ответе.

3.2 (2 балла)

1. $\Delta_r S \approx 0$
2. $\Delta_r S > 0$
3. $\Delta_r S < 0$
4. $\Delta_r S \approx 0$

0.5 балла за каждый правильный знак.

Задача №4. Комплексные соединения

Автор: Курамшин Б.

4.1 (1 балл)

$\text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (принимается также $\text{CoSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$). **1 балл.** Кристаллогидраты с другим количеством воды или безводный CoSO_4 – **0.5 балла.** Иные случаи – 0 баллов.

4.2 (2 балла)

формула иона с зарядом	КЧ	окраска
$\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	6	окраска 1 - розовая
CoCl_4^{2-}	4	окраска 2 - голубая или синяя

По 0.5 балла за правильную формулу и КЧ. Если для тетрахлорида указано КЧ 6 или для аква комплекса указано КЧ 4 - 0 баллов. По 0.5 балла за правильное соотношение цвета и номера окраски. Если ученик указал, что у аквакомплекса окраска номер 2 - 0 баллов даже при правильном (розовом) цвете.

4.3 (2 балла)

Если в **А** КЧ кобальта(II) равно 4, то **А** можно записать как $\text{M}_2[\text{CoX}_4]$, где **М** – щелочной металл, **Х** – галоген. Его получают, согласно описанию, по реакции: $\text{CoX}_2 + 2\text{MX} \longrightarrow \text{M}_2[\text{CoX}_4]$. То есть количества исходного галогенида кобальта и полученного комплекса равны.

Галогенов меньше, чем щелочных металлов (ЩМ), поэтому переберем галогены:

- $\text{X} - \text{F}$, тогда $= 57.45 + 0.95 \times 19 = 75.5$ – такого ЩМ нет.
- $\text{X} - \text{Cl}$, тогда $= 57.45 + 0.95 \times 35.45 = 91.1$ – такого ЩМ нет.
- $\text{X} - \text{Br}$, тогда $= 57.45 + 0.95 \times 79.9 = 133.4$ – это цезий.

Перебор иода бессмысленен. Итак, **А** – $\text{Cs}_2[\text{CoBr}_4]$. Если формула **Б** аналогична, то можно полностью повторить процедуру для этого соединения и данных о нем. Получим $= 35.3 + 0.198\text{X}$, что дает таким же перебором галоген – фтор, ЩМ – калий, **Б** – $\text{K}_2[\text{CoF}_4]$. Формулы **А** и **Б** – по 1 баллу.

4.4 (1.5 балла)

Желтых атомов 8 (восемь), фиолетовых атомов 4 (четыре), зеленых атомов 2 (два). За каждое число **по 0.25 балла**.

Атомы Со показаны зеленым цветом, атомы галогена - желтым, атомы щелочного металла - фиолетовым. За каждое соотнесение **по 0.25 балла**.

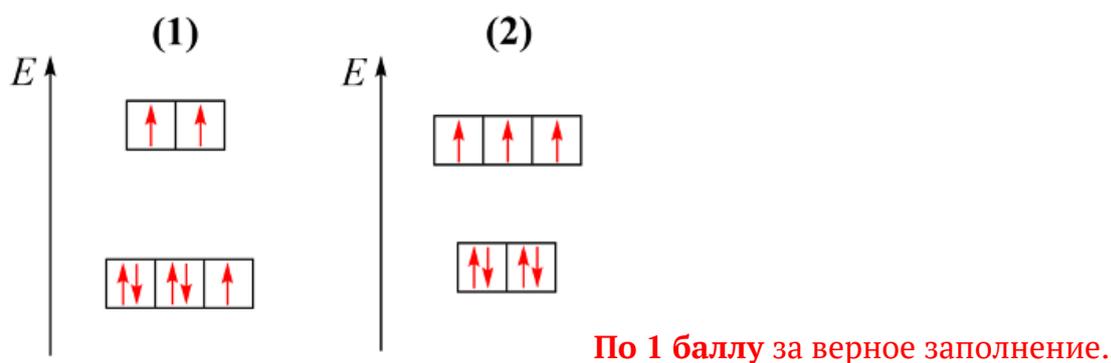
4.5 (1 балл)

Для центрального атома кобальта хорошо видно октаэдрическое окружение из 6 атомов фтора. Оно аналогично и для кобальта в вершинах ячейки (с учетом соседних ячеек). КЧ = 6. **(1 балл)**

4.6 (1 балл)

Со расположен в 9 группе, значит, Co^{2+} имеет конфигурацию $3d^7$. Ответ: 7. **(1 балл)**

4.7 (2 балла)



4.8 (1.5 балла)

Комплексу А соответствует вторая (2) диаграмма, а комплексу Б -- первая (1). **1.5 балла** за верное соответствие.

Задача №5. Органический блиц

Автор: Моргунов А.

5.1 (2 балла)

орто-нитрофенол < мета-нитрофенол < пара-нитрофенол (**1 балл**, если в ряду есть хоть одна ошибка - 0 баллов). Температура плавления повышается по мере уплотнения кристаллической решетки, образованной молекулами. Кристаллическая решетка получается более плотной если составляющие ее частицы обладают бóльшей симметрией. Пара-изомер обладает большей симметрией, чем орто- и мета- изомеры, а посему образует кристаллическую решетку с наибольшей температурой плавления. (**0.5 балла** за упоминание симметрии и плотности кристаллической решетки). Орто-нитрофенол обладает значительно более низкой температурой плавления (45°C для орто-изомера, 96-98°C для мета-изомера, 113-114°C для пара-изомера) т.к. если кристаллы мета- и пара-изомеров усиливаются межмолекулярными водородными связями, в орто-изомере водородная связь образуется между нитро и гидроксигруппами внутри одной молекулы, поэтому силы взаимодействия между молекулами в кристаллах, образованных орто-изомером, слабее. (**0.5 балл** за упоминание внутри/межмолекулярного характера водородных связей).

5.2 (1 балл)

Из рис.1 становится понятно, что при pH=4 нахождение диссоциированной формы крайне маловероятно (альфа практически равна нулю): в механизме участвует либо протонированная форма, либо происходит общий основной катализ. Поэтому ответ нет (**0.5 балла** за ответ, **0.5 балла** за референс к графику)

5.3 (1 балл)

При комнатной температуре возможна инверсия циклогексанового кольца, в ходе которой аксиальный конформер превращается в экваториальный. Процесс настолько быстрый, что в ¹H ЯМР будет виден только один пик, поэтому различить конформеры при комнатной температуре невозможно (**1 балл**)

5.4 (1 балл)

Молекула Б < Молекула В < Молекула А (**0.5 балла**, если в ряду есть хоть одна ошибка - 0 баллов). При равной молекулярной массе, температура кипения увеличивается по мере увеличения силы межмолекулярных взаимодействий. Поскольку речь идет о слабополярных молекулах, главную роль играют дисперсионные взаимодействия, которые пропорциональны

площади поверхности. Чем выше площадь поверхности, тем сильнее дисперсионные силы, тем выше температура кипения (**0.5 балла** за аргумент с дисперсионными силами и размером площади поверхности). Менее разветвленные изомеры углеводов обладают большей площадью поверхности. В случае *n*-гептана (А), каждый атом находится на поверхности. В случае 2-метилгексана (В), часть поверхности одного из атомов спрятана за другим атомом (атомом углерода метильной группы). В случае 2,2-диметилпентана (Б) один атом полностью спрятан за другими атомами.

5.5 (1 балл)

Да, возможно. Достаточно периодически забирать образующийся **D** из системы, чтобы по принципу Ле-Шателье сдвигать равновесие в сторону продуктов. (**1 балл** за идею о смещении равновесия через отделение образующихся продуктов)

5.6 (1 балл)

Поскольку кривая обладает положительным наклоном, $\Delta_r S < 0$ (**0.5 балла** за ответ с обоснованием, 0 баллов если предоставлен расчет точного значения без словесной аргументации). Учитывая то, что $\Delta_r S < 0$, а так же то, что $\Delta_r G < 0$ при определенных температурах (т.е. реакция может протекать спонтанно), $\Delta_r H < 0$ (**0.5 балла** за ответ с обоснованием, 0 баллов если предоставлен расчет точного значения без словесной аргументации).

5.7 (1 балл)

- $\Delta_r G < 0$ (**0.125 балла**), для определения знака $\Delta_r H$ представленного графика недостаточно (**0.125 балла**)
- Для определения знака $\Delta_r G$ представленного графика недостаточно (**0.15 балла**), $\Delta_r H < 0$ (**0.125 балла**)
- Для определения знака $\Delta_r G$ представленного графика недостаточно (**0.125 балла**), $\Delta_r H > 0$ (**0.125 балла**)
- $\Delta_r G > 0$ (**0.125 балла**), для определения знака $\Delta_r H$ представленного графика недостаточно (**0.125 балла**)

5.8 (1 балл)

Энергия активации соответствует расстоянию между реагентами и

навысшей точкой на графике (переходное состояние). Наибольшее расстояние наблюдается на графике Г (1 балл).

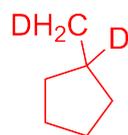
5.9 (2 балла)

Реакция А может протекать (**1 балл**), никаких препятствий нет. Образование более замещенного алкена невозможно в силу необходимости анти-перипланарного расположения атома водорода и уходящей группы. Реакция Б невозможна (**0.5 балла**): реактив Гриньяра деактивируется в присутствии кислых атомов водорода, которые присутствуют в стартовом соединении (**0.5 балла** за упоминание несовместимости реактива Гриньяра с кислыми протонами).

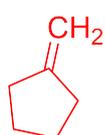
Задача №6. Цепочка органических реакций

Автор: Молдағұлов Ғ.

6.1 (15 баллов)



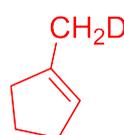
A



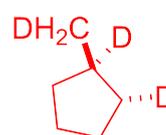
B



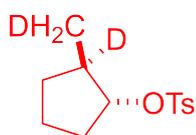
C



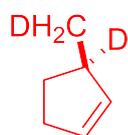
D



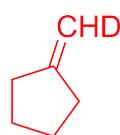
E (\pm)



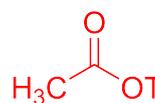
F (\pm)



G (\pm)



J



K



L (\pm)

По 1 баллу за структуры **A**, **B**, **C**, **D**, **J** и **K**.

По 2 балла за структуры любого из энантиомеров веществ **E**, **F** и **G** с учётом правильной стереохимии. Частичные баллы за структуры с неправильной стереохимией не присуждаются.

За структуру любого из энантиомеров **L** присуждается 3 балла. **T** – тритий (^3H). Итого 15 баллов за задачу.