



**Комплект задач**  
**VII онлайн олимпиады Pagodane**  
**I тур**  
**9-10 классы**  
**1 августа 2020**

## Регламент олимпиады

На выполнение олимпиады Вам дается 3 часа. Начало олимпиады: 9:00 по времени Алматы, конец олимпиады - 12:00. По завершении, ваши решения необходимо отправить с помощью платформы Gradescope.com. (Инструкции по отправке см. ниже)

### Инструкция по выполнению и оформлению:

Выполнять задания Вы можете в любом порядке, при этом **необходимо**

- Оформлять каждую задачу на отдельном листе
- Вверху листа писать номер задачи, но при этом **запрещается** писать ваше имя, фамилию, инициалы или какие-либо другие личные идентификаторы
- Если решение задачи требует больше одного листа, то в конце страницы следует написать (Продолжение задачи номер \_\_ на следующей странице). При этом вверху следующей страницы необходимо пометить, что это является продолжением определенной задачи
- **Рекомендуется** придерживаться понятного и разборчивого почерка, избегать грязи и зачеркиваний

### Инструкции по отправке решений:

Необходимо завершить выполнение заданий не позднее 12:00 по времени Алматы. По окончании работы, вам необходимо сделать сканы ваших решений в один pdf-файл. Отметим, что в Google Play и AppStore есть куча приложений (PDF scanner, scanner app, scanbot и другие). PDF-файл необходимо загрузить на сайт Gradescope.com. Код курса: **937EGZ**.

### Памятка участнику:

- Из канцелярских принадлежностей **разрешаются**: карандаши, ручки, ластик, линейка.
- **Разрешается** пользоваться калькулятором (простым, инженерным, графическим), периодической таблицей (на пятой странице) и таблицей растворимости.
- Ответы **следует** округлять до четырех значащих цифр.

- **Строго запрещается** пользоваться помощью посторонних людей и дополнительной литературой, включая интернет-источники и учебные пособия.
- Попытки списывания и нарушения академической честности будут наказаны **баном** на Padodane сроком на год.

Результаты будут оглашены до 10 августа 2020 года.

При наличии вопросов по проведению олимпиады следует также писать на почту [chemistry@bcedu.kz](mailto:chemistry@bcedu.kz) или в официальные аккаунты соц. сетей BEYOND CURRICULUM

***Организаторы, составители задач и жюри олимпиады:***

- Черданцев Владислав, студент MIT, школа-лицей №8 г. Павлодар'20
- Молдагулов Галымжан, студент KAIST, БИЛ Актау'19
- Тайшыбай Айдын, студент NU, НИШ ХБН Петропавловск'19
- Мураткызы Аруна, студент CityU, НИШ ХБН Караганды'19
- Нурпейсов Олжас, студент KAIST, БИЛ Караганды'19
- Копенов Нурлыхан, студент KAIST, БИЛ Усть-Каменогорск'19
- Турсын Нуржан, студент PTE, БИЛ Павлодар'19

**Желаем успехов!**

**Данный комплект состоит из 5 задач:**

<b>Задача 1. Окислительно-восстановительные реакции</b> .....	6
<b>Задача 2. Неподписанная банка</b> .....	7
<b>Задача 3. Введение в хиральность</b> .....	8
<b>Задача 4. Атмосфера планеты WXC-371</b> .....	10
<b>Задача 5. Цикл Борна-Габера</b> .....	11

<b>Номер задачи</b>	<b>Максимальный балл за задачу</b>	<b>Вес задачи</b>
1	5	10
2	12	25
3	16	20
4	14	22
5	5,5	23

**Что означает эта таблица?**

Исходя из этой таблицы, Вы можете видеть, что каждая задача имеет свой удельный вес. То есть, один балл одной задачи не эквивалентен одному баллу другой задачи. Внутри каждой задачи подсчитывается ваш балл, согласно разбалловке составителя, затем по пропорции находится ваш окончательный балл за задачу.

Удельный вес каждой задачи согласован каждым членом жюри.

# Периодическая таблица

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

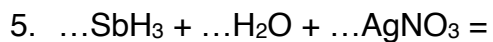
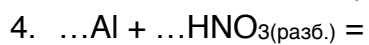
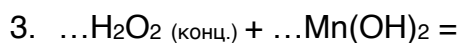
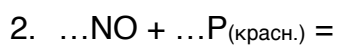
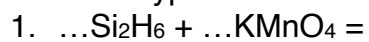
57 <b>La</b> 138.9	58 <b>Ce</b> 140.1	59 <b>Pr</b> 140.9	60 <b>Nd</b> 144.2	61 <b>Pm</b> -	62 <b>Sm</b> 150.4	63 <b>Eu</b> 152.0	64 <b>Gd</b> 157.3	65 <b>Tb</b> 158.9	66 <b>Dy</b> 162.5	67 <b>Ho</b> 164.9	68 <b>Er</b> 167.3	69 <b>Tm</b> 168.9	70 <b>Yb</b> 173.0	71 <b>Lu</b> 175.0
89 <b>Ac</b> -	90 <b>Th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



## Задача 1. Окислительно-восстановительные реакции

---

Допишите и уравняйте следующие реакции:



[5 баллов, за каждую реакцию – 1 балл]



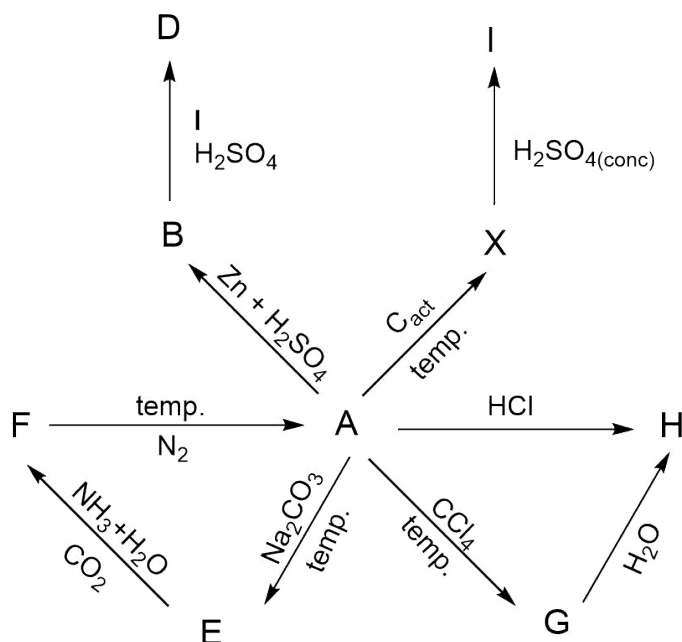
## Задача 2. Неподписанная банка

В старую пыльную лабораторию пригласили лаборанта с целью навести там порядок. Внутри лаборант нашел закрытую неподписанную банку с бледно-оранжевым веществом **A**. Рядом лежала бумага, где были описаны реакции, связанные с этим веществом. На бумаге было написано:

“Восстановление вещества **A** в печи с углем (1) привело к образованию простого вещества **X**. После растворения **X** в концентрированной серной кислоте (2) получился светло-синий раствор вещества **I**. Если проводить восстановление вещества **A** смесью  $Zn + H_2SO_4$  (3) образуется фиолетовый раствор вещества **B**. При смешивании **I** и **B** в кислой среде (4) образуется темно-зеленый раствор вещества **D**. Сплавление **A** с карбонатом натрия (5) сопровождается выделением газа и соли **E** желтого цвета. При растворении данной соли в воде и пропускании через полученный раствор смеси аммиака с углекислым газом (6) выпадает осадок слаборастворимой соли **F**. Если же соль **F** прокалить в инертной атмосфере (7) образуется исходное вещество **A**. Нагревание **A** в  $CCl_4$  (8) приводит к образованию темно-красной дымящей жидкости **G**, которая при добавлении воды (9) подвергается гидролизу с образованием светло-синего раствора вещества **H**, похожего на раствор вещества **I**. Раствор вещества **H** также можно получить прямым воздействием соляной кислоты на вещество **A** (10).”

Прочитав этот отрывок, лаборант сразу же нарисовал схему реакций и провел расчет, после чего определил неизвестное вещество **A**. Подписав банку, он убрал ее в шкаф и продолжил уборку в старой лаборатории.

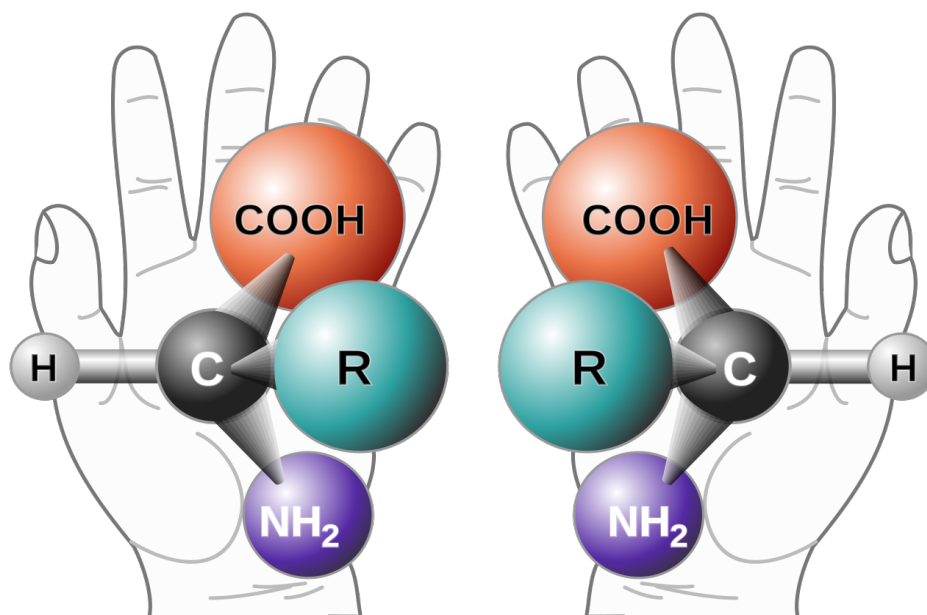
- 1) Определите все соединения **A**, **B**, **D-H**, **X**, а также напишите уравнения реакций 1-10, описанных на бумаге, если дополнительно известно, что потеря массы при превращении **A** в **X** составляет 43,96%, а массовая доля кислорода в веществе **H** равна 11,6%.



[12 баллов]

### Задача 3. Введение в хиральность

Хиральностью называют свойство молекулы не совмещаться с её зеркальным отражением. Чтобы понять термин, достаточно вспомнить его этимологию: слово происходит из древнегреческого названия руки. Ваши руки хиральны по отношению друг другу, ведь они являются зеркальными отражениями и не могут быть совмещены.

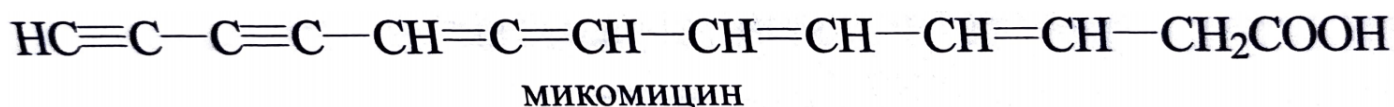


Аминокислоты, кроме глицина, являются отличным примером хиральных молекул.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Chirality\\_\(chemistry\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Chirality_(chemistry))

Не все молекулы обладают хиральными свойствами, ведь многие из них могут совмещаться со своим зеркальным отражением при вращении одинарных связей или плоскости. Именно поэтому, данные молекулы представляют особый научный интерес. В химии отличают несколько видов хиральности:

1. Центральная хиральность (в молекуле присутствует хиральный центр, как например атом углерода в аминокислотах)
2. Аксиальная хиральность (расположение заместителей относительно оси хиральности)
3. Планарная хиральность (относительно плоскости хиральности)
4. Спиральная хиральность (молекула представляет собой спираль, пропеллер или винт).

Хиральные соединения особенны тем, что они проявляют оптическую активность. Каждый изомер вращает плоскость поляризуемого света на определенную величину, причем если раствор содержит оба изомера, в целом вращения не будет. К примеру, антибиотик микромицин проявляет высокую оптическую активность:  $[\alpha]_D = -130^\circ$ .

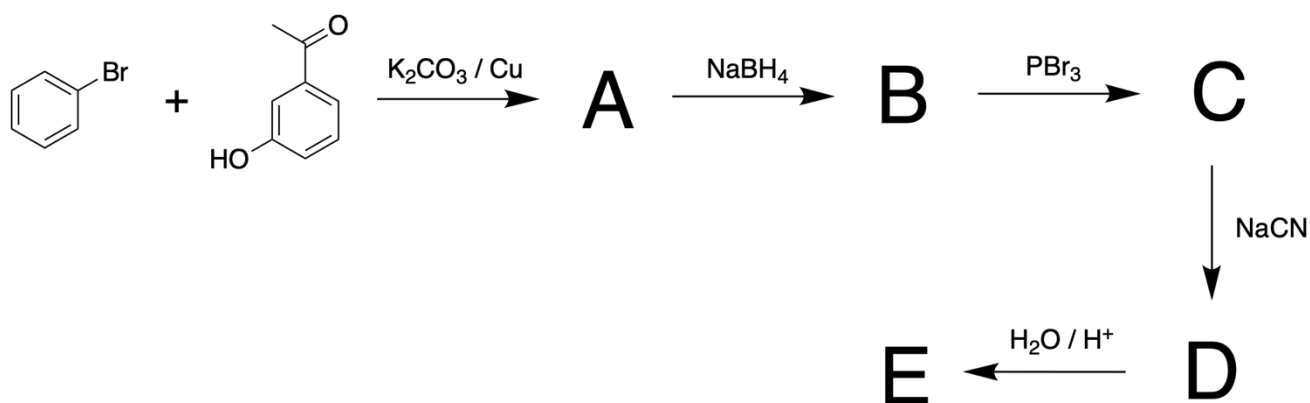




1. Определите величину угла, на который оптический изомер данной молекулы вращает плоскость поляризации света. (1 балл)
2. Какие особенности строения этого вещества определяют его оптическую активность? (3 балла: 1 балл за определение вида хиральности, 2 балла за определение элемента молекулы, наличие которого приводит к хиральности)
3. Предложите три молекулы, которые могут быть примерами центральной хиральности. (3 балла)

Один яркий пример хирального вещества – фенопрофен. Он обладает противовоспалительным, обезболивающим и жаропонижающим действием. По своим лекарственным свойствам он схож с аспирином, но, в отличие от аспирина, имеет более низкий риск желудочно-кишечных кровотечений. Ниже приведена схема синтеза фенопрофена.

4. Определите структуры веществ **A-E** (7,5 баллов, каждая структура – 1,5 балла)



5. Укажите хиральный центр в фенопрофене. (1,5 балла)

[16 баллов]

## Задача 4. Атмосфера планеты WXC-371

Представьте, что в далеком будущем исследователи обнаружили неизвестную планету WXC-371, и решили изучить ее атмосферу и поверхность. В ходе проведения исследований выяснилось, что основными составляющими атмосферы данной планеты являются бинарные газы **A** и **B**, содержащие 5.88 % и 17.65 % водорода по массе соответственно. После серии химических реакций из 5.91 л (измерено при 1.8 атм и 15°C) атмосферного газа были получены растворы газов **A** и **B**, каждый объемом 400 мл. pH раствора газа **B** оказался равным 11.15, а при добавлении к раствору газа **A** раствора нитрата свинца выпал черный осадок массой 5.378 г. Известно, что при растворении газа **B** в воде образуется вещество, константа основности которого равна  $1.8 \cdot 10^{-5}$ .

1. Установите газы **A** и **B**. (2 балла)
2. Рассчитайте концентрации растворенных газов в их растворах. (4.5 балла)
3. Рассчитайте объемные доли этих неизвестных газов в атмосфере планеты WXC-371. (3.5 балла)

На поверхности планеты был обнаружен образец породы, содержащей радиоактивный изотоп  $^{90}\text{Sr}$ , который подвергается бета-отрицательному распаду с периодом полураспада 28.79 лет. Радиоактивность образца данной породы составила  $2.865 \cdot 10^{13}$  Бк (Бк, беккерель – единица измерения радиоактивности, равная 1 распад в секунду). Возраст породы по исследовательским данным был равен 74 года.

4. Напишите уравнение радиоактивного распада  $^{90}\text{Sr}$ . (1 балл)
5. Вычислите начальную радиоактивность данной породы. Примите, что радиоактивность породы обуславливается только распадом  $^{90}\text{Sr}$  и равна она произведению количества молекул радиоактивного изотопа на константу его распада. (4 балла)

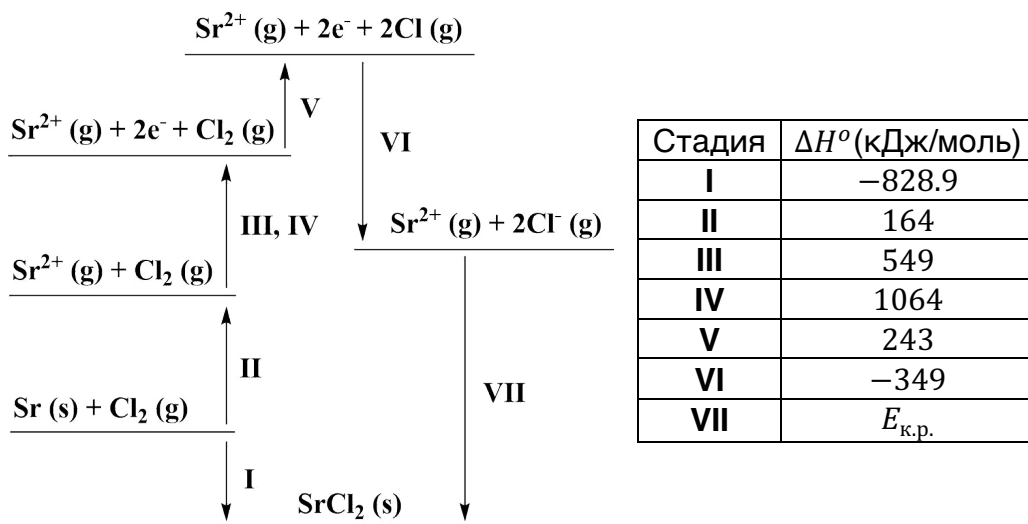
Примечание:

- Зависимость константы скорости реакции  $k$  распада от периода полураспада  $T_{\frac{1}{2}}$ :  
$$k = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}$$
- Количество вещества  $N$  с изменением времени  $t$ :  $N = N_0 \cdot e^{-kt}$ , где  $N_0$  – количество вещества в момент времени  $t=0$
- Радиоактивность  $\alpha$ :  $\alpha = N \cdot k$

[15 баллов]

## Задача 5. Цикл Борна-Габера

Запись цикла Борна – Габера, основанного на законе Гесса, является удобным и наглядным методом изучения термохимических процессов. Основной задачей этого незамысловатого метода является расчёт энергии кристаллической решётки, которая является энтальпией образования твёрдой соли из составляющих газообразных ионов.



Данный цикл сравнивает два термохимических пути образования кристаллов хлорида стронция. Первый – прямое образование из простых веществ (**I**), и второй – теоретический. Последний состоит из стадий сублимации стронция (**II**), двукратной ионизации (**III** и **IV**), диссоциации хлора (**V**), ионизации атомарного хлора (**VI**) и образования твёрдого хлорида стронция из газообразных ионов (**VII**). Важно отметить, что предложенная энтальпия стадии **VI** соответствует энтальпии ионизации одного атома хлора. Обозначения: “s” и “g” – твёрдое вещество и газ соответственно.

- 1) Запишите уравнения реакций, соответствующие превращениям **I – VII**. (3.5 балла)
- 2) Вычислите энергию кристаллической решётки хлорида стронций ( $E_{к.р.}$ ). (2 балла)

**[5.5 баллов]**