



**Комплект задач  
VI онлайн олимпиады Pagodane  
9 класс  
25 апреля 2020**

## Регламент олимпиады

На выполнение олимпиады Вам дается 4 часа. Начало олимпиады: 13:00 по времени Алматы, конец олимпиады - 17:00. 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 17:00 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 Pagodane сроком на год.

Результаты будут оглашены до 10 мая 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:***

- Тайшыбай Айдын, студент NU, НИШ ХБН Петропавловск'19
- Мураткызы Аруна, студент CityU, НИШ ХБН Караганды'19
- Нурпейсов Олжас, студент KAIST, БИЛ Караганды'19
- Черданцев Владислав, ученик 11 класса школы-лицея №8 г. Павлодара
- Копенов Нурлыхан, студент KAIST, БИЛ Усть-Каменогорск'19
- Турсын Нуржан, студент PTE, БИЛ Павлодар'19

**Желаем успехов!**

Данный комплект состоит из 6 задач:

Задача 1. Окислительно-восстановительные реакции.....	6
Задача 2. Наверное, самая злободневная задача.....	7
Задача 3. Необычные соединения железа.....	8
Задача 4. Ракетное топливо.....	9
Задача 5. Первый порох.....	10
Задача 6. Коллигативные свойства.....	11

Номер задачи	Максимальный балл за задачу	Вес задачи
1	5	12
2	15	16
3	12	20
4	16	17
5	10	20
6	10	15

### 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 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 -

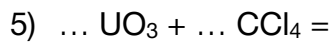
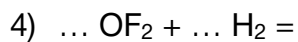
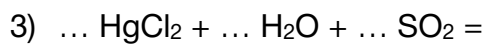
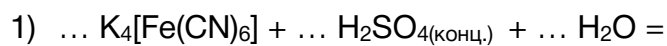
57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -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



## Задача 1. Окислительно-восстановительные реакции

---

Закончите и уравняйте следующие реакции:



[по 1 баллу за каждую реакцию, всего – 5 баллов]



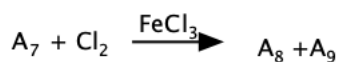
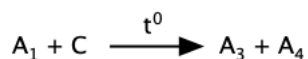
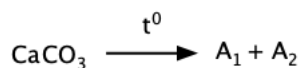
## Задача 2. Наверное, самая злободневная задача

Антисептики — противогнилостные средства, предназначенные для предотвращения процессов разложения на поверхности открытых ран.

К наиболее распространенным антисептикам относятся этанол (60-90%), пропиловый (60-70%) и изопропиловый спирты (70-80 %), либо смеси этих спиртов. Спирты также используют для дезинфекции кожи перед инъекциями.

Одним из первых антисептиков карбоновая кислота **P**.

Ниже приведен синтез **P** из неорганических веществ:



Определите соединения **A1–A10** и **P**. Напишите традиционное название **P**.

Напишите реакции **P** с бромной водой (1 реакция) и концентрированной азотной кислотой (2 реакция).

[15 баллов]

### Задача 3. Необычные соединения железа

Как-то раз юный химик Вова увидел в лаборатории баночку с голубовато-зеленым порошком. На этикетке было написано: «Соль Мора». Вове стало интересно узнать формулу этого соединения, поэтому он заглянул в химический справочник. Оказалось, что соль Мора является кристаллогидратом двойного сульфата железа и аммония –  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Массовая доля кислорода в данном соединении равна 57.14%.

1. Установите формулу соли Мора

Вова захотел проделать несколько экспериментов с этим необычным голубовато-зеленым порошком, но лаборант его предупредил, что там присутствует небольшое количество примесей. Тогда юный химик решил для начала установить массовую долю примесей в смеси. Для этого он взвесил 52.65 г содержимого баночки и растворил его в воде так, что конечный объем раствора составил 200 мл. (При растворении двойного сульфата в воде получается раствор двух солей, в данном случае – сульфата аммония и сульфата железа). Он отобрал 10 мл приготовленного раствора и добавил туда раствор концентрированной серной кислоты. На титрование полученного раствора 12.2 мл 0.1079 М раствора перманганата калия.

2. Напишите уравнение взаимодействия сульфата железа с перманганатом калия в сернокислой среде.
3. Рассчитайте массовую долю примесей в порошке соли Мора.

Почитав немного о соли Мора, Вова решил углубиться в химию соединений железа. В том же справочнике он прочитал о веществе **X**, которое содержит железо в необычной степени окисления, и решил синтезировать его в лаборатории. Он взвесил 21.64 г  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , растворил его в воде и добавил избыток гидроксида калия, при этом выпал осадок вещества **A**. Не отделяя **A**, он прибавил гипохлорит калия  $\text{KClO}$  и получил раствор вещества **B**. К полученному раствору он прибавил раствор хлорида бария, после чего выпал осадок вещества **X** красно-фиолетового цвета массой 20.56 г. В структурах **B** и **X** присутствует один и тот же анион, но разные катионы. **B** состоит только из железа, бария и кислорода.

4. Определите формулы **A**, **B** и **X**, а также укажите степень окисления железа в **X**.
5. Напишите уравнения описанных реакций, если известно, что в реакции получения реагируют только **A**, гидроксид и гипохлорит калия, а продуктами, помимо самого **B**, являются хлорид калия и вода.

[12 баллов]



## Задача 4. Ракетное топливо

---

Водород и элемент **X** образуют несколько бинарных соединений (**A-D**). Так, например, вещество **A** получают прямым взаимодействием простых веществ на катализаторе. Массовая доля водорода в **A** равна 17.65%. Вещество **B** получается взаимодействием **A** с гипохлоритом натрия. При этом в ходе реакции из расчета на две молекулы **A** образуется одна молекула **B**, одна молекула воды и одна молекула хлорида натрия. Массовая доля **X** в кислоте **C**, содержащей необычный анион, равна 97.67%. При взаимодействии **A** и **C** образуется только соль **D**.

1. Найдите элемент **X**, установите формулы всех неизвестных веществ и напишите уравнения описанных реакций. Ответ подтвердите расчетами.

**B**, а также его метил (**B1**) и диметилпроизводное (**B2**), широко используются в качестве ракетного топлива. Некий космический корабль использовал смесь 1:1 (по молям) **B1** и **B2** и  $N_2O_4$  как окислитель (источник кислорода). Теплота сгорания **B1** равна 1300 кДж/моль, теплота сгорания **B2** равна 3140 кДж/моль. Теплота образования  $N_2O_4$  из простых веществ равна 9.16 кДж/моль.

2. Определите формулы **B1** и **B2** и напишите реакции их взаимодействия с  $N_2O_4$ . Рассчитайте тепловые эффекты этих реакций.
3. Какую массу окислителя израсходовал космический корабль при взлете, который потребовал 4 т топлива? Какое количество энергии при этом выделилось?

[16 баллов]

## Задача 5. Первый порох

---

Дымный был изобретен еще в 7 веке и является одним из самых первых порохов. Он представлял собой смесь калиевой селитры, угля и серы. Некоторые образцы дымного пороха сохранились и до наших дней. В этой задаче вам предложено определить состав такого пороха.

Один из лаборантов взялся за определение состава дымного пороха. Для начала он сжег образец массой 20 г, собрав все газообразные продукты реакции. Их объем составил 5.6 л. (н.у.). Твердую смесь, оставшуюся в результате реакции, растворили в воде, но при этом некоторая часть не растворилась и выпала в осадок черного цвета. Затем раствор был отфильтрован, после чего фильтрат выпарили и взвесили. Масса составила 9.25 г. Дополнительно известно, что если растворить фильтрат в воде и добавить к ней подкисленный раствор нитрата серебра, то выпадет черный осадок.

Примите, что все реакции проходят полностью. Определите массовое соотношение веществ в порохе и напишите реакцию горения пороха.

**[10 баллов]**

## Задача 6. Коллигативные свойства

---

С целью предотвращения аварий и происшествий на проезжей части, дорожная поверхность часто посыпается солью, так как, как принято считать в народе, «соль плавит лед». Этот процесс плавления можно объяснить, используя знания о коллигативных свойствах растворов.

Уравнение ниже описывает, как растворение некоторой соли в воде приводит к изменению температуры замерзания:

$$\Delta T = \frac{x_i R T_m^2}{\Delta_m H^\circ}$$

где  $\Delta T$  - снижение точки замерзания,  $x_i$  - мольная доля ионов,  $T_m$  - температура плавления чистого льда в Кельвинах = 273 К,  $\Delta_m H^\circ$  - стандартное изменение энтальпии плавления для чистого льда,  $R$  – газовая постоянная = 8.314 Дж\*К<sup>-1</sup>\*моль<sup>-1</sup>. Энтальпия плавления чистого льда равно 6010 Дж\*моль<sup>-1</sup>

1. Рассчитайте  $\Delta T$  и найдите точку замерзания 6.00 М раствора хлорида калия.

В реальности, поваренную соль на дороги добавляют в большом избытке, поэтому изменение температуры плавления чаще всего ограничивается только растворимостью соли в воде. Наиболее концентрированные растворы хлорида натрия остаются жидкими вплоть до температуры -21.1°C.

2. Какова концентрация хлорида натрия при таких условиях?

На севере Казахстана зимой температура часто опускается ниже -30°C. В таком случае хлорид натрия не может помочь коммунальным службам в борьбе с обледенелыми дорогами. Хорошей альтернативой хлориду натрия в таком случае приходится хлорид кальция.

3. Рассчитайте температуру замерзания 6.00 М раствора хлорида кальция.

**[10 баллов]**