



**Комплект задач  
V онлайн олимпиады Pagodane**

9 класс

15 декабря 2019

## Регламент олимпиады

На выполнение олимпиады Вам дается 4 часа. Начало олимпиады: 13:00 по времени Нур-Султана, конец олимпиады 17:00. По завершении, ваши решения необходимо отправить на [chem9@pagodane.kz](mailto:chem9@pagodane.kz)

### 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 Нур-Султана. По окончании работы, сфотографируйте или по возможности отсканируйте ваши решения (убедитесь, что ваше решение видно **четко и разборчиво**). Решения, отправленные после 17:20, рассматриваться **не будут**.

Файлы с решением отправьте на почту [chem9@pagodane.kz](mailto:chem9@pagodane.kz). В теме письма **необходимо** указать фамилию, имя и класс обучения. В тексте письма укажите свой никнейм на Pagodane, школу и город.

Например:

*Тема: «Туленов Алдияр, 9 класс»;*

*Текст: «никнейм: diyar\_chemist; школа – 2 лицей, г. Костанай».*

### 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 27 декабря 2019 года.

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

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

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

**Желаем успехов!**

## Данный комплект состоит из 7 задач:

Задача 1. Окислительно-восстановительные реакции .....	6
Задача 2. Аналитическая химия желудочного сока .....	7
Задача 3. Синтез дигидроортопериодата натрия.....	8
Задача 4. Подушки безопасности.....	9
Задача 5. Простая кинетика .....	10
Задача 6. Промышленное получение водорода .....	11

Номер задачи	Максимальный балл за задачу	Вес задачи
1	4	10%
2	20	13%
3	9	13%
4	10	13%
5	15	13%
6	9	12%
7	10	13%

### 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 -	

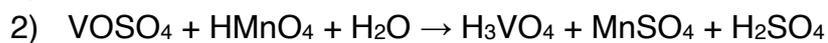
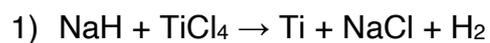
57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -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



## Задача 1. Окислительно-восстановительные реакции

---

Уравняйте окислительно-восстановительные реакции удобным Вам методом баланса:



Подсказка: в соединении  $\text{VO}_2\text{SO}_4$  содержится весьма необычный ион – ванадил-ион  $\text{VO}_2^+$ . В решении задачи предлагается рассматривать его именно так, а не как отдельные Ванадий и Кислород.

**[по 2 баллу за каждую реакцию, всего – 4 балла]**



## Задача 2. Аналитическая химия желудочного сока

---

Желудочный сок — пищеварительный сок, вырабатываемый разными клетками слизистой оболочки желудка для переваривания пищи. Одним из основных компонентов желудочного сока является соляная кислота.

1. Рассчитайте pH желудочного сока, приближенно считая его 0.3% раствором соляной кислоты с плотностью 1.02 г/мл (4 балла)

При изжоге кислотность желудочного сока возрастает. Одним из основных активных компонентов средств от изжоги является гидрокарбонат натрия, который нейтрализует избыточную кислоту.

2. Рассчитайте массу таблетки, которую необходимо принять, чтобы повысить pH желудочного сока с 0.6 до 1.5, если объем желудочного сока равен 85 мл, а массовая доля гидрокарбоната натрия в таблетке равна 60%. После принятия таблетки объем желудочного сока не меняется. (7 баллов)

Юный химик решил исследовать свойства желудочного сока. Для этого ему понадобился раствор с  $\text{pH} = 2.5$ . В лаборатории у Юного химика было только 100 мл 2М раствора уксусной кислоты.

3. Вычислите во сколько раз Юному химику нужно разбавить имеющийся раствор уксусной кислоты, чтобы получить раствор с  $\text{pH} = 2.5$ . Константа кислотности уксусной кислоты равна  $1.74 \cdot 10^{-5}$  (9 баллов)

**[20 баллов]**

### Задача 3. Синтез дигидроортопериодата натрия

---

Дигидроортопериодата натрия ( $\text{Na}_3\text{H}_2\text{I}_2\text{O}_6$ ) – кислая соль ортоиодной кислоты, которая представляет из себя очень плохо растворимы в воде белые кристаллы. Химик по имени Ярик решил синтезировать эту соль у себя в лаборатории. Используя справочник по неорганическому синтезу, он узнал, что для эксперимента ему понадобится  $\text{NaI}$ , жидкий бром и твердый  $\text{NaOH}$ . Приготовив колбу с водой, он добавил и растворил в ней  $\text{NaOH}$  и  $\text{NaI}$ . Поддерживая температуру раствора при  $80^\circ\text{C}$ , он начал добавлять туда бром через капельную воронку со скоростью добавления 2 мл. в минуту. Уже через 45 минут на дне стакана образовалось большое количество осадка. Еще через некоторое время химик Ярик приостановил нагревание и дал остыть раствору. После этого он отфильтровал осадок, высушил и взвесил его массу. Фильтрат был очищен от брома перегонкой и оттитрован в присутствии метилового оранжевого раствором  $\text{HCl}$ .

1. Напишите уравнения всех реакций, определите выход реакции и массу продукта если все реагенты были взяты в стехиометрическом соотношении, а на титрование ушло 20мл 1М соляной кислоты. Также известно, что соотношение масс  $\text{NaCl}+\text{NaBr}$  к  $\text{Na}_3\text{H}_2\text{I}_2\text{O}_6$  равно 2,3384:1.

[9 баллов]

#### Задача 4. Подушки безопасности

---

Подушки безопасности автомобиля (общепринятое международное название - airbag) предназначены для смягчения удара водителя и пассажиров об рулевое колесо, элементы кузова и окна при автомобильной аварии. Механизм их действия заключается в выделении большого количества газа при столкновении. Для этого используется бинарная азотсодержащая соль **A**. Соль **A** разлагается при 250-300 °С на металл **M**, выделяя при этом большое количество инертного газа **B** (**Реакция 1**). Металл **M** - токсичен, поэтому в автомобильных подушках безопасности он нейтрализуется веществом **C** (**Реакция 2**), которое содержит **N(13.861%),O(47.525%)** и другой металл **D**.

1) Определите соединения **A, B, C, D, M** если известно что:

-**A** содержит **64.6% азота по массе**.

2) Напишите уравнения реакций 1 и 2, если известно что:

Продуктами **реакции 2** являются два оксида, которые входят в состав стекла, и инертный газ **B**.

[15 баллов]

## Задача 5. Простая кинетика

---

Реакция разложения оксида азота (I) на азот и кислород является реакцией нулевого порядка. В реакциях нулевого порядка концентрация реагента изменяется следующим образом:  $C = C_0 - kt$ , где  $C$  – текущая концентрация реагента,  $C_0$  – начальная концентрация реагента,  $k$  – константа скорости реакции,  $t$  – время.

1. Рассчитайте концентрацию оксида азота при 300К через 4 минуты с начальной концентрацией 0.5 моль/л, если  $k = 5 \cdot 10^{-4}$  моль л<sup>-1</sup> с<sup>-1</sup> при 300К
2. Используя формулу Вант-Гоффа, посчитайте скорость и константу скорости данной реакции при 320 К (скорость реакции равна изменению концентрации в единицу времени).  $\gamma = 2$
3. Рассчитайте концентрацию кислорода через 3 минуты при 320 К, если начальная концентрация оксида азота равна 0.6 моль/л.

Реакции радиоактивного распада являются реакциями первого порядка, а количество атомов экспоненциально меняется с течением времени:

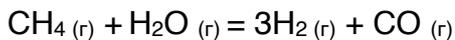
$N = N_0 * \left(\frac{1}{2}\right)^{t/T}$ , где  $N$  – текущее количество атомов радиоактивного элемента,  $N_0$  – начальное количество атомов радиоактивного элемента,  $t$  – время,  $T$  – период полураспада.

4. Определите время, за которое радиоактивность образца иода (I-131, период полураспада равен 8 суток) уменьшится в 32 раза (радиоактивность пропорциональна количеству атомов радиоактивного элемента).

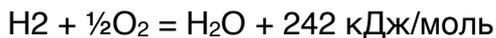
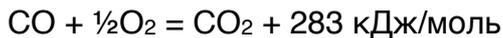
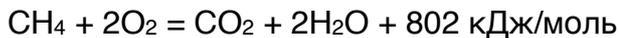
[9 баллов]

## Задача 6. Промышленное получение водорода

В промышленности водород получают нагреванием метана с водяным паром. Необходимую для этого процесса теплоту чаще всего получают сжиганием метана.



1. Рассчитайте тепловой эффект реакции получения водорода из метана, используя приведенные ниже данные. (3 балла)



2. Рассчитайте объем метана, который необходимо сжечь, чтобы получить энергию, необходимую для производства 600 л водорода (2 балла)
3. Рассчитайте изменение энтропии, энергии Гиббса, а также константу равновесия данной реакции при 298 К, используя данные из таблицы. (3 балла)

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -RT * \ln K$$

Вещество	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub>	CO
S° (298), Дж К <sup>-1</sup> моль <sup>-1</sup>	186.3	188.8	130.7	197.7

4. Как изменится константа равновесия при повышении температуры. Ответ объясните. (2 балла)

[10 баллов]