



**Комплект задач
IV онлайн олимпиады Pagodane**

9 класс

8 сентября 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

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 подчерка, 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. 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 в течение недели после завершения олимпиады.

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

Организаторы, составители задач и жюри олимпиады:

- Тайшыбай Айдын, студент NU, НИШ ХБН Петропавловск'19
- Черданцев Владислав, ученик 11 класса школы-лицея №8 г. Павлодара
- Мельниченко Даниил, студент KAIST, НИШ ХБН Павлодар'19
- Нурпейсов Олжас, студент KAIST, БИЛ Караганды'19
- Турсын Нуржан, студент PTE, БИЛ Павлодар'19
- Моргунов Антон, студент MIT

Желаем успехов!

Данный комплект состоит из 7 задач:

Задача 1. Цепочки превращений	6
Задача 2. Алюмотермия	7
Задача 3. От А до Е.....	8
Задача 4. Археологическая химия.....	9
Задача 5. Гидрат метана.....	10
Задача 6. Кислотность крови	11
Задача 7. Простой органический синтез.....	12

Номер задачи	Максимальный балл за задачу	Вес задачи
1	6	11%
2	5	10%
3	15	17%
4	9	15%
5	24	17%
6	7	16%
7	3	14%

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

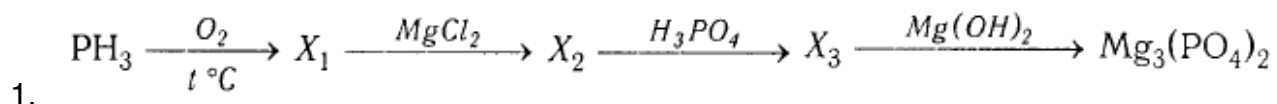
1 H 1.008	2											13	14	15	16	17	2 He 4.003	
3 Li 6.94	4 Be 9.01												5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95	
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 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 -

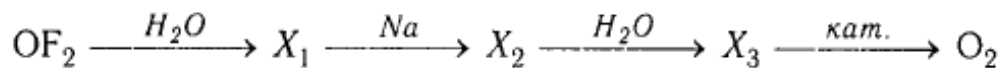


Задача 1. Цепочки превращений

Уравняйте окислительно-восстановительные реакции удобным Вам методом баланса:



2.



[по 1 баллу за реакции в первой цепочке, по 0,5 балла за реакции во второй цепочке.
Всего 6 баллов]



Задача 2. Алюмотермия

Алюмотермия – способ получения металлов и неметаллов путем восстановления их оксидом алюминием при высоких температурах (около 2000С). Юный химик хотел получить чистый металл X и решил, что алюмотермия подходит для этой цели лучше любых других способов. Взяв 25 грамм оксида X, он восстановил его алюминием. После реакции он обнаружил среди продуктов оксид алюминия (25.76 г) и желаемый металл высокой чистоты. Определите какой металл хотел получить юный химик

[5 баллов]



Задача 3. От А до Е

Серебристо-белый элемент **X** широко используется в химической промышленности. Если взять 11 г этого элемента, обработать его соляной кислотой, а потом прилить раствор сульфида аммония, то выпадет 17.4 г осадка вещества **A**. Обработкой соединения **B**, содержащего **X**, концентрированной соляной кислотой Карл Шееле впервые получил хлор. Соединение **C** (массовая доля **X** равна 34.8 %) является сильным окислителем фиолетового цвета. Например, в кислой среде (раствор серной кислоты) оно способно окислять сульфат железа. Также элемент **X** образует розово-красный минерал родохрозит (соединение **D**, содержит три элемента). При обработке образца родохрозита азотной кислотой выделяется газ **E**, у которого плотность по водороду равна 22. Установите элемент **X**, соединения **A-E**, неизвестный газ и напишите уравнения всех описанных реакций. Ответ обязательно подтвердите расчетом.

[15 баллов]

Задача 4. Археологическая химия

Как вы думаете, откуда ученые знают возраст древних артефактов? Ответ, в большинстве случаев, прост.

Мы знаем, что в природе количество радиоактивного изотопа углерода (C-13) постоянно. Однако, как только некий живой объект выходит из природного равновесия, количество радиоактивного изотопа начинается уменьшаться. Таким образом, зная количество изотопа в исходный момент времени, скорость реакции распада и количество изотопа в данный момент, мы можем установить сколько времени прошло с того момента как объект вышел из т.н. природного равновесия. Например, дерево было срублено и из него изготовили деревянную миску.

1. Принимая, что относительная молекулярная масса углерода равна 12,0107 а.е.м и что в природе существует лишь два изотопа углерода (C-12 и C-13), определите относительное количество радиоактивного изотопа в природе. **[2 балла]**

Любая реакция радиоактивного распада является реакцией первого порядка. Количество исходного вещества в реакции первого порядка можно рассчитать по формуле:

$$n(A) = n_0(A) * e^{-kt},$$

где:

- $n(A)$ – количество вещества A в момент времени t
 - $n_0(A)$ – количество вещества A в момент времени 0
 - k – константа скорости реакции
 - e – экспонента, $e=2,718$
2. Используя это выражение, выразите период полураспада (T) реакции через константу реакции. Период полураспада – это время, за которое распадается половина исходного вещества. **[3 балла]**
 3. Если вы не нашли ответ на пункт (1), то примите, что содержание радиоактивного углерода в природе равно 1,000% от общего количества углерода. Археологи обнаружили сосуд, изготовленный из дерева, в котором на один атом радиоактивного изотопа приходилось 103 атома углерода-12. Сколько лет сосуду? **[4 балла]**

Задача 5. Гидрат метана

Клатраты - соединения включения. Клатраты образуются путём включения молекул вещества — «гостя», в полости кристаллической решётки, составленной из молекул другого типа — «хозяев» (решётчатые клатраты), либо в полость одной большой молекулы-хозяина (молекулярные клатраты).

Метан способен образовывать клатраты с водой. При сгорании одного из таких гидратов метана массой 24.8 г образовалось 2.87 л углекислого газа (при 2 атм и 77°C).

1. Рассчитайте значение индекса n в составе гидрата метана, который можно описать формулой $\text{CH}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ **[6 баллов]**

Гидраты метана выделяют большое количество при сгорании, как и все алканы в целом. Ниже приведены теплоты сгорания первых четырех алканов

Вещество	$Q_{\text{сгор}}$, кДж/моль
Метан CH_4	800
Этан C_2H_6	1500
Пропан C_3H_8	2200
Бутан C_4H_{10}	2900

2. Для каждого вещества в таблице определите удельную теплоту сгорания в расчете на 1 грамм. **[3 балла]**
3. Между мольной теплотой сгорания алкана и количеством атомов углерода в составе молекулы алкана существует линейная зависимость ($y = ax + b$). Определите уравнение этой зависимости. **[3 балла]**
4. При сгорании 8.2 л паров неизвестного алкана (измерено при 60 °C и 1 атм) выделилось 1080 кДж теплоты. Определите формулу алкана. **[6 баллов]**
5. Пропан иногда используют в качестве горючего. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится при сгорании пропана массой 80 г, а также теплоту образования метана, если $Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) = 393.5$ кДж/моль и $Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) = 242$ кДж/моль, теплота образования простых веществ равна нулю **[6 баллов]**



Задача 6. Кислотность крови

Бикарбонатная буферная система является наиболее мощной и управляемой системой внеклеточной жидкости и крови. На эту буферную систему приходится около 53% буферной емкости крови

В основе бикарбонатного буфера лежит следующее кислотно-основное равновесие:



Биохимический анализ крови показал, что общее содержание двух форм (угольной кислоты и гидрокарбоната) составляет 10 ммоль/л. рН крови составил 7.36

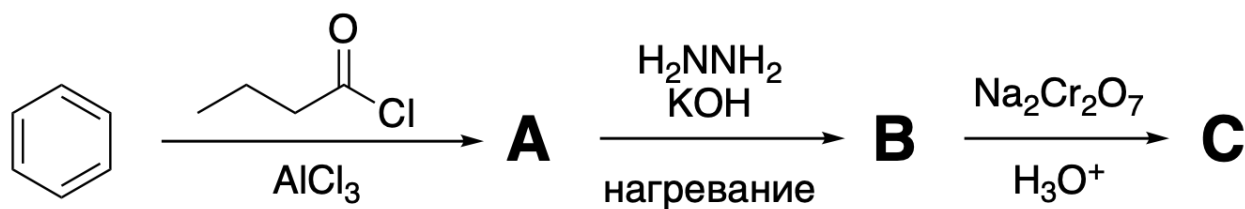
Примечательно, что малейшие изменения рН крови могут привести к фатальным последствиям (например, может нарушиться структура белков, которые в том числе могут отвечать за жизненно важные процессы). Поэтому, допущение, что рН крови поддерживается в нужном диапазоне лишь одной буферной системой является очень грубым и опасным.

$$pH = pK_a + \log \left(\frac{[A^-]}{[HA]} \right)$$

1. Тем не менее, в целях знакомства с уравнением Гендерсона-Хассельбаха, мы предлагаем вам допустить, что рН поддерживает только данной буферной системой и используя это уравнение найти концентрации двух отдельных форм кислоты. **[4 балла]**
2. рН спинномозговой жидкости составляет 7.53. Рассчитайте во сколько раз концентрация ионов водорода в крови больше/меньше, чем в спинномозговой жидкости **[3 балла]**

Задача 7. Простой органический синтез

Органический синтез звучит пугающе для многих начинающих химиков. Но так ли это на самом деле? Попробуйте разгадать представленную ниже схему синтеза популярной органической кислоты и докажите себе обратное.



[За каждое вещество по 1 баллу, всего – 3 балла]