



Комплект задач
III онлайн олимпиады Pagodane

10-12 классы

29 мая 2019

Регламент олимпиады

На выполнение олимпиады Вам дается 4 часа. Начало олимпиады: 11:00 по времени Алматы, конец олимпиады 15:00 по времени Алматы. По завершении, ваши решения необходимо отправить на chem1012@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 15:00 по времени Алматы. По окончании работы, сфотографируйте или по возможности отсканируйте ваши решения (убедитесь, что ваше решение видно **четко и разборчиво**). Решения, отправленные после 15:20, рассматриваться **не будут**.

Файлы с решением отправьте на почту chem1012@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 NISOLYMP

Организаторы, составители задач и жюри олимпиады:

- Черданцев Владислав, ученик 10 класса школы-лицея №8 г. Павлодара
- Тайшыбай Айдын, НИШ ХБН Петропавловск'19
- Мельниченко Даниил, НИШ ХБН Павлодар'19
- Моргунов Антон, студент МПТ, НИШ ФМН Тадыкорган'18

Желаем успехов!

Данный комплект состоит из 8 задач:

Задача 1. Окислительно-восстановительные реакции.....	6
Задача 2. Витамин А.....	7
Задача 3. Химия мяса.....	8
Задача 4. Химическая кинетика скисания кумыса.....	9
Задача 5. Как Вася впервые столкнулся с йодометрией.....	10
Задача 6. Химическая термодинамика.....	12
Задача 7. Диклофенак.....	13
Задача 8. Ответ на вопрос, который ты не задавал.....	14

Номер задачи	Максимальный балл за задачу	Вес задачи
1	6	7%
2	18	15%
3	22	12%
4	5	7%
5	12	11%
6	7	15%
7	7	17%
8	8	16%

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

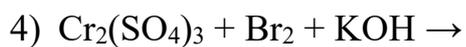
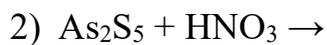
1 H 1.008												13	14	15	16	17	2 He 4.003	
3 Li 6.94	4 Be 9.01												5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95	
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	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

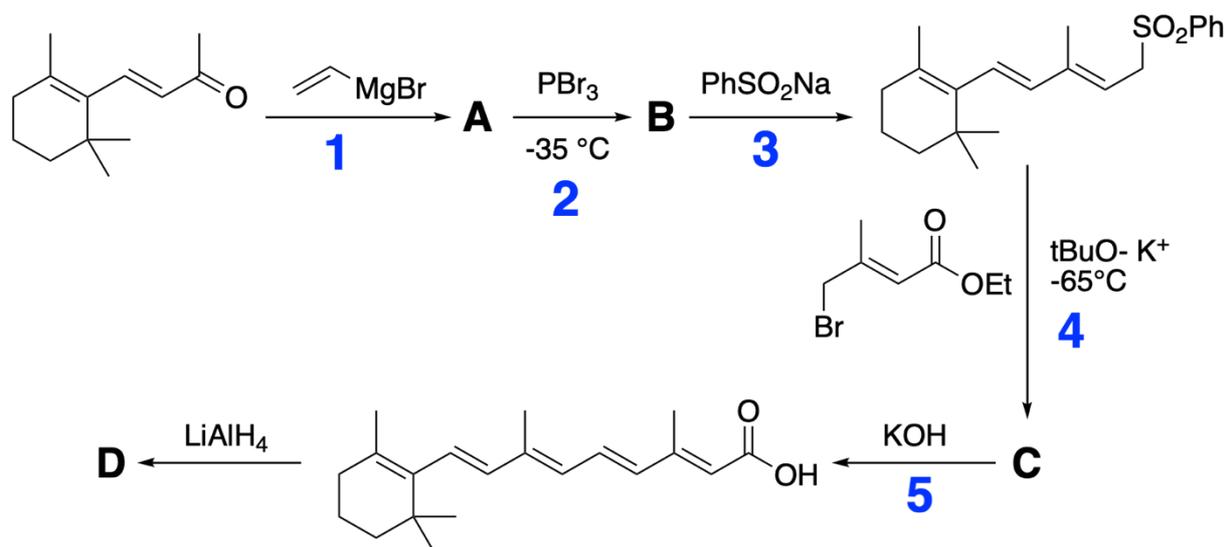
Напишите продукты и уравняйте окислительно-восстановительные реакции удобным Вам методом баланса:



[8 баллов, по 2.5 за 1 и 2, по 1,5 за 3 и 4]

Задача 2. Витамин А

Витамин А (**D**), также известный как ретинол, является крайне важной молекулой в биологическом мире. Например, его можно встретить в палочках – специальных клетках нашей сетчатки, которые отвечают за зрение в темноте или при тусклом освещении в целом. Именно простейшая изомеризация одной из двойных связей ретиналя в этих самых палочках инициирует нервный импульс, который после каскада биологических реакций приводит к тому, что мы видим картинку нашими глазами. Занимательный факт – в отсутствии света эта реакция изомеризации ретиналя занимает 1100 лет, а в присутствии всего 200 фемтосекунд ($2 \cdot 10^{-13}$ с)



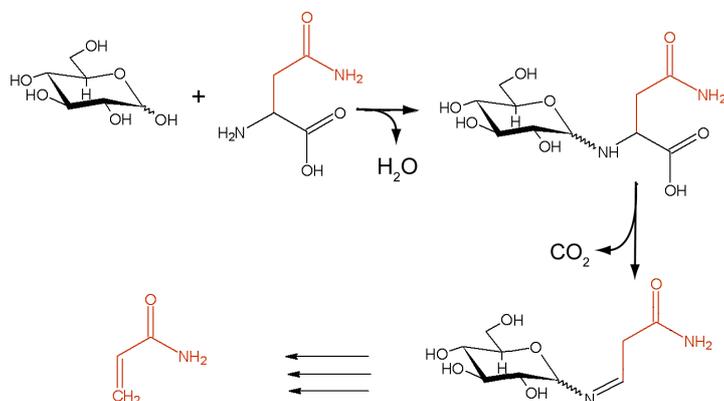
1. Расшифруйте цепочку превращений и нарисуйте структуры **A-D** [6,5 баллов, по 1.5 за **A-C**, 2 за **D**]
2. Укажите название реакций 1-5 [5 баллов, по 1 за реакцию]
3. Нарисуйте механизм реакции №1 [2 балла]
4. Какова роль тертбутоксид калия в реакции 4? [1 балл]
5. Изменится ли обратимость реакции №5 если вместо KOH использовать кислоту? Обоснуйте свой ответ [2 балла]
6. Нарисуйте структуру PhSO_2Na [1,5 балла]



Задача 3. Химия мяса

Реакция Майяра – реакция химической конденсации восстанавливающих сахаров и аминокислот, происходящая при температурах выше 150 °С. С продуктами этой реакции вы сталкиваетесь, когда выпекаете булочные изделия (вспомните румяную корочку и запах пирога) или когда жарите мясо.

Общая схема реакции Майяра приведена ниже



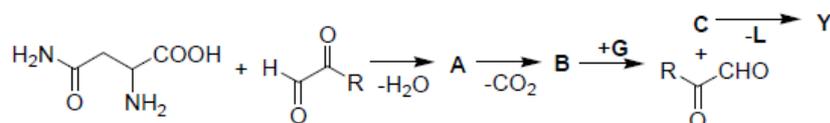
Помимо этого, при жарке мяса образуется соединение **X**, которое придает стейку запах сливочного масла. Формула **X** может быть представлена в виде $C_pH_qO_r$, и для нее справедливо три уравнения: $p + q + r = 12$, $p \cdot q \cdot r = 48$ и массовая доля водорода в соединении составляет 7.03%

1. Определите p , q , r [6 баллов, по 2 за каждый]
2. Нарисуйте структурную формулу **X**, если известно, что оно обладает высокой симметрией [2 балла]

Альтернативным способом приготовления стейка является технология *sous-vide*. Однако, в силу особенностей этого способа, протекание реакции Майяра невозможно, что сказывается на восприятии блюда гурманами.

С другой стороны, технология *sous-vide* позволяет избежать образования ряда токсичных для человека соединений. Например, **Y** (C_3H_5NO). Образование **Y** происходит по следующей схеме, на которой представлены уравнения реакций. Известно, что **G** - H_2O , **L** - NH_3 , а **Y** может реагировать с 1 моль бромной воды.

1. Определите соединения **A**, **B**, **C**, **Y** [8 баллов, по 2 за каждый]
2. Изобразите формы молекул H_2O , NH_3 , CO_2 и укажите название формы. [6]



Задача 4. Химическая кинетика скисания кумыса

У юного химика -любителя кумыса Васи сломался холодильник. Оцените, как долго кумыс может не портиться при постоянной комнатной температуре равной 25 градусам Цельсия, предполагая, что реакция «скисания» кумыса подчиняется закону Вант-Гоффа с параметром $\gamma=3$. При этом, на упаковке сказано, что кумыс может храниться 85 часов при температуре 8 градусов по Цельсию.

Уравнение Вант-Гоффа имеет следующий вид:

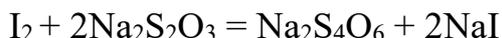
$$\frac{v_1}{v_2} = \gamma^{\frac{t_1-t_2}{10}}$$

Где v_1 и v_2 – скорости реакций при температурах t_1 и t_2

[5 баллов]

Задача 5. Как Вася впервые столкнулся с йодометрией

Йодометрическое титрование – метод окислительно-восстановительного титрования, основанное на реакции между иодом и тиосульфатом натрия



В стеклянной таре находится кристаллогидрат состава $Fe(NO_3)_3 \cdot nH_2O$, имеющий фиолетово-серый цвет. Вася взвесил пустой химический стакан, а затем полностью перенес вещество из стеклянной тары в этот стакан и снова взвесил. Он получил следующие значения

Масса пустого химического стакана/ г	19.83
Масса химического стакана с кристаллогидратом / г	21.54

Вася прилил 10 мл дистиллированной воды и растворил соль в стакане, а затем количественно перенес в мерную колбу на 250 мл. После этого он довел раствор до метки дистиллированной водой и перемешал содержимое.

Для титрования он отобрал 10 мл аликвоты (необходимое количество) полученного раствора и перенес в коническую колбу. Затем добавил туда 15 мл иодида калия (избыток), после чего выпал темно-коричневый осадок, являющийся выделяющимся иодом (*реакция 1*). Вася закрыл колбу часовым стеклом и поставил ее в темное место на 5 минут до полного выделения иода. В это время он заполнил бюретку стандартным 0.01М раствором тиосульфата натрия до отметки 0.00. Спустя 5 минут, он ополоснул часовое стекло и был готов титровать. Он титровал раствор до бледно-желтой окраски, после чего добавил пару капель крахмала и раствор окрасился в темно-синий цвет, далее он продолжил титровать до тех пор, пока синяя окраска раствора не исчезнет. В общей сложности Вася повторил титрование 5 раз и получил следующие результаты

Номер титрования	Объем титранта/ мл
1	14.85
2	14.90
3	14.20
4	14.75
5	15.20

1. Запишите уравнение реакции 1 и уравняйте метод электронного или электронно-ионного баланса [2 балла]
2. Изобразите структурную формулу тиосульфат-иона [1 балл]
3. Почему необходимо приливать избыток иодида калия? [1 балл]



4. Рассчитайте средний объем титранта, пошедший на титрование. Учтите, что аномальные значения следует исключить. **[1 балл]**
5. Рассчитайте количество вещества Fe^{3+} в аликвоте. Покажите вычисления. **[3 балла]**
6. Рассчитайте **n** в кристаллогидрате, если известно, что массовая доля примесей в кристаллогидрате составляет 12.28%. Покажите вычисления. **[2 балла]**
7. Для чего необходимо закрывать колбу часовым стеклом? **[1 балл]**
8. Для чего Вася использовал крахмал? **[1 балл]**

Задача 6. Химическая термодинамика

В лаборатории фторид кальция получают взаимодействием карбоната кальция с плавиковой кислотой. При такой обработке 1 г карбоната кальция выделяется 1560 Дж теплоты.



1. Напишите уравнение происходящей реакции и рассчитайте ее тепловой эффект в кДж/моль. Рассчитайте теплоту образования фторида кальция, используя следующие данные:

Вещество	CaCO ₃ (тв.)	HF (ж)	CO ₂ (г)	H ₂ O (ж)
Q _{обр} , кДж/моль	1207	303	393	286

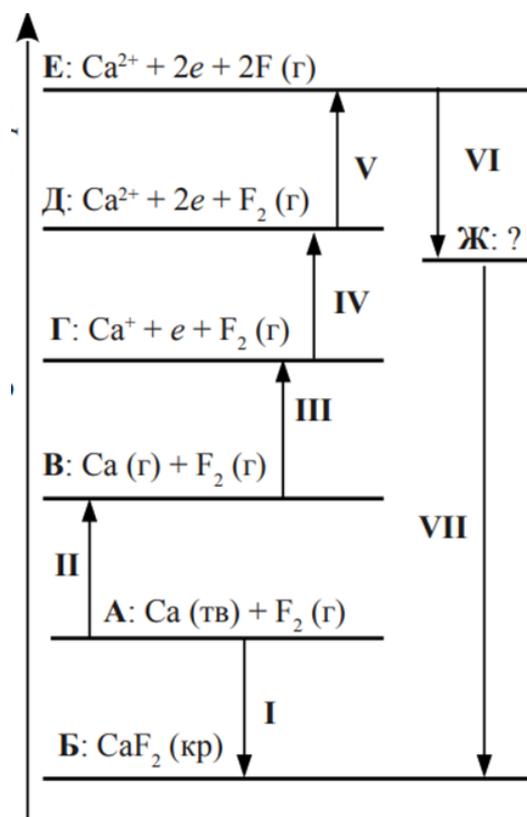
[2 балла]

Для определения энергий ионных кристаллических решёток используют цикл Борна–Габер, основанный на законе Гесса и изображаемый с помощью энергетической диаграммы. Каждой горизонтальной черте на энергетической диаграмме соответствует определённое состояние, а вертикальными стрелками обозначены процессы перехода из одного состояния в другое. Каждому из процессов соответствует своя энергия. Например, энергия, выделяющаяся в процессе I, называется теплотой образования CaF₂. Для фторида кальция энергией кристаллической решетки называется энергия перехода кристаллического CaF₂ в

состояние Ж.

2. Какие частицы отвечают состоянию Ж? Рассчитайте энергию кристаллической решётки фторида кальция. [3 балла]

3. Рассчитайте плотность фторида кальция, если в его одной элементарной ячейке содержится 4 формульные единицы. Элементарная ячейка фторида кальция является кубом со стороной 0,546 нм. [2 балла]



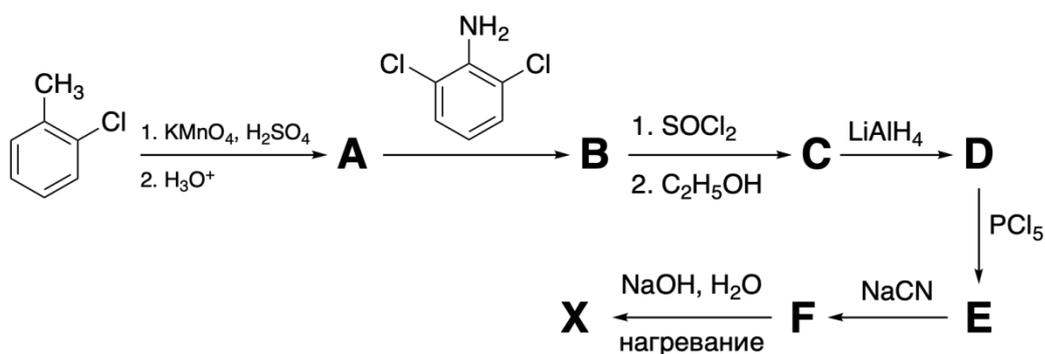
Процесс	II	III	IV	V	VI
Q, кДж/моль	-161	-589	-1145	-159	337

Задача 7. Диклофенак

Многие люди, особенно пожилые, хорошо знают о Диклофенаке, ведь это средство предназначено для лечения воспалений и снятия боли в суставах и мышцах. Впервые препарат был представлен в 1973 году швейцарской фармацевтической компанией Novartis и с тех пор снискал популярность как одно из самых эффективных нестероидных противовоспалительных средств. В настоящее время применяется в хирургии, травматологии, спортивной медицине, неврологии, гинекологии, урологии, онкологии и офтальмологии.



В данной задаче Вам предстоит расшифровать синтез диклофенака (вещество **X**)



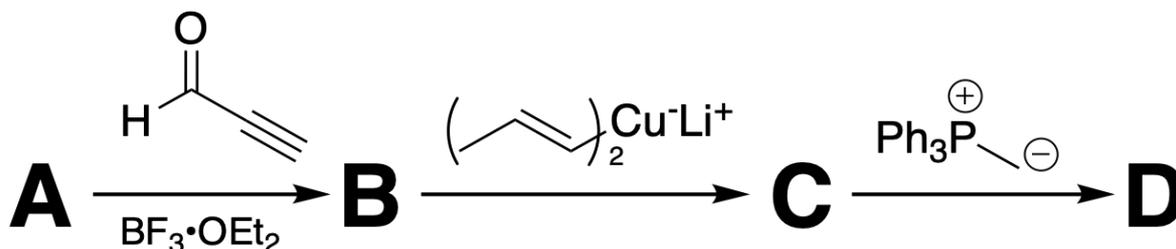
Изобразите структурные формулы веществ **A – F**, **X**, если известно, что:

- Молекулярная формула вещества **C** – $C_{15}H_{13}NO_2Cl_2$
- Массовая доля азота в **F** равна 10.11 %

[7 баллов, по 1 за структуру]

Задача 8. Ответ на вопрос, который ты не задавал

А задавался ли ты вопросом, какой химический состав феромонов водорослей *Cutleria multifida*? Нет? Ну что же, самое время его задать, поскольку сейчас тебе предстоит расшифровать синтез Аукантина (**D**), который является основным компонентом этих самых феромонов. По своей сути Аукантин терпеноид, если тебе это о чем-то говорит.



Известно, что **A** – широко известный углеводород, который при озонлизе образует две молекулы формальдегида и одну молекулу простейшего диальдегида с формулой $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2$. Расшифруйте структуры **A-D**, обращая внимания на стереохимию некоторых реакций.

[8 баллов, по 2 за структуру]