



Комплект задач
VI онлайн олимпиады Pagodane
10-12 классы
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 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 4 задач:

Задача 1. Окислительно-восстановительные реакции	6
Задача 2. Простая кинетика.....	7
Задача 3. Na ⁺ - каналы и симпорт транспорт глюкозы.....	8
Задача 4. Красота органической химии.....	10

Номер задачи	Максимальный балл за задачу	Вес задачи
1	5	18
2	10	26
3	18	32
4	15	24

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

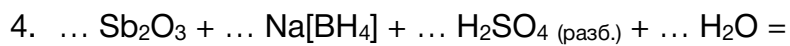
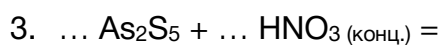
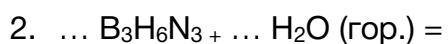
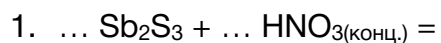
1 H 1.008	2										13	14	15	16	17	2 He 4.003	
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87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



[5 баллов]

Задача 2. Простая кинетика

При исследовании кинетики гидролиза двух хлорпроизводных раствором щелочи ($R-Cl + KOH \rightarrow R-OH + KCl$) были получены следующие данные:

I. Калиевая соль хлорантарной кислоты:

Начальные концентрации соли и гидроксида равны 0.1 М. Ниже приведена зависимость концентрации щелочи от времени при 25°C.

t, мин	10	20	30	45	60	80	100
C(KOH), М	0.085	0.074	0.065	0.056	0.049	0.042	0.036

При 35°C концентрация щелочи (при тех начальных условиях) уменьшилась в 3 раза через 34 минуты.

II. 3-хлор-3-метил-гексан:

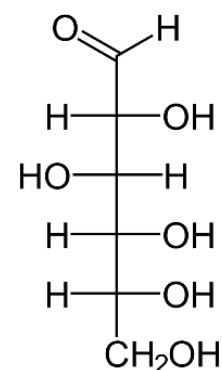
При гидролизе гидроксидом калия концентрация щелочи уменьшается вдвое через 33 мин при 25°C и 12 мин при 35°C, при этом время гидролиза не зависит от начальной концентрации реагентов.

1. Определите порядок по щелочи в реакциях I и II.
2. Рассчитайте константу скорости реакции I при 25°C и 35°C.
3. Найдите энергии активации обеих реакций.
4. Рассчитайте концентрацию хлорантарной кислоты через 15 мин при 30°C при тех же начальных условиях.

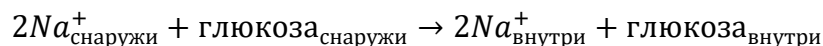
[10 баллов]

Задача 3. Na⁺- каналы и симпорт транспорт глюкозы

Один из транспортеров активного транспорта является Na⁺-глюкоза симпортеры, которые находятся в апикальной мембране клеток гладкого эпителия в тонком кишечнике. Данный транспортер переносит молекулы глюкозы против ее градиента концентрации путем ее сопряжения с диффузией ионов Na⁺.



Процесс можно представить следующим образом



1. На рисунке выше представлена структура глюкозы в проекции Фишера. Представьте структурную формулу D-глюкозы в репрезентации Хеурса (пиранозная форма) и в конформации «кресло». Нарисуйте проекции Фишера для D-эпимеров D-глюкозы и назовите их.

Энергетика процесса диффузии ионов через мембрану определяется двумя факторами: градиентом концентраций и разницей зарядов на разных сторонах мембраны. Математически, энергия Гиббса диффузии в клетку равна:

$$\Delta G = RT \cdot \ln \ln \left(\frac{[\text{Ион}]_{\text{внутри}}}{[\text{Ион}]_{\text{снаружи}}} \right) + zF \cdot \Delta \phi$$

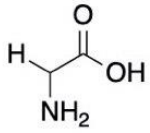
Где $R = 8.314 \text{ Дж К}^{-1} \text{ моль}^{-1}$, T – температура в Кельвинах, z – заряд иона, F – постоянная Фарадея ($96485 \text{ Кл моль}^{-1}$), а $\Delta \phi$ – разница потенциалов на двух сторонах мембраны. По биохимической конвенции, эта разница указывается как разница $\phi_{\text{внутри}} - \phi_{\text{снаружи}}$

2. Рассчитайте изменение свободной энергии Гиббса на 1 моль для диффузии иона натрия, если известно, что концентрация ионов натрия снаружи клетки в 12 раз выше, чем внутри. Мембранный потенциал составляет -50 мВ при 37°C .
3. Рассчитайте изменение свободной энергии Гиббса на 1 моль для транспорта глюкозы, если в определенный момент времени ее концентрация в клетке в 8 раз больше, чем снаружи. Сделайте вывод о самопроизвольности протекания реакции.
4. Объясните принцип успешного переноса глюкозы из внеклеточного пространства в клетку. Докажите расчетами, опираясь на п. 8 и 9.
5. Расчитайте максимальное отношение $\frac{[\text{глюкоза}]_{\text{внутри}}}{[\text{глюкоза}]_{\text{снаружи}}}$, которое может быть достигнуто в результате Na⁺-глюкоза симпорта.
6. Насколько это отношение изменится, если температура человека поднялась до критических 42°C . Примите, что потенциал клетки превалирующе зависит от отношения концентраций иона натрия согласно уравнению:

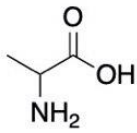
$$\Delta \phi = \Delta \phi^0 + \frac{RT}{zF} \ln \left(\frac{[Na^+]_{\text{внутри}}}{[Na^+]_{\text{снаружи}}} \right)$$

Отношение концентраций натрия по прежнему равно 12:1 (снаружи:внутри). Значение потенциала -50 мВ при 37°C является значением $\Delta \phi$. Можно принять, что $\Delta \phi^0$ не зависит от температуры.

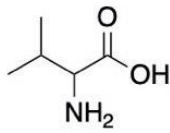
Таблица аминокислот:



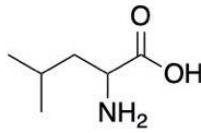
Глицин
Gly, G



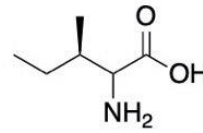
Аланин
Ala, A



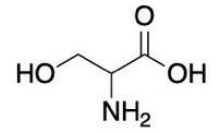
Валин
Val, V



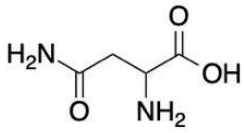
Лейцин
Leu, L



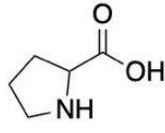
Изолейцин
Ile, I



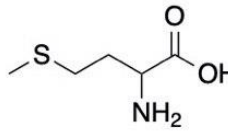
Серин
Ser, S



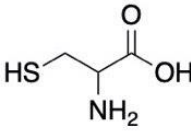
Аспарагин
Asn, N



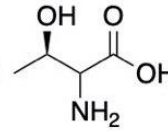
Пролин
Pro, P



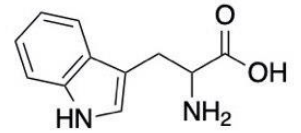
Метионин
Met, M



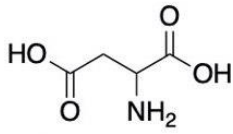
Цистеин
Cys, S



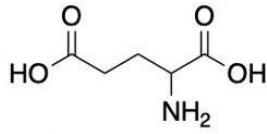
Треонин
Thr, T



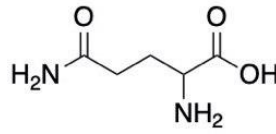
Триптофан
Trp, W



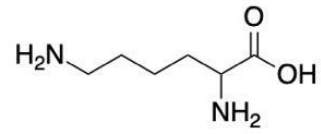
Аспартамовая кислота
Asp, D



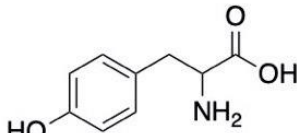
Глутаминовая кислота
Glu, E



Глутамин
Gln, Q



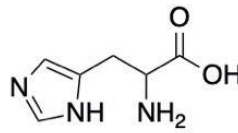
Лизин
Lys, K



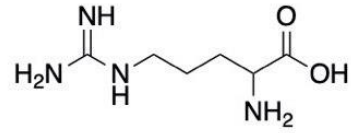
Тирозин
Tyr, Y



Фенилаланин
Phe, F



Гистидин
His, H



Аргинин
Arg, R

[18 баллов]

Задача 4. Красота органической химии

Одной из красивых глав органической химии является получение полициклических соединений реакциями циклизации и конденсации. Примером такой реакции является реакция Дильса-Альдера.

В этой задаче вам предстоит получить пятициклическое соединение пентацена, которое используется в качестве полупроводника в пластиковых микросхемах. Для этого вам предложено две схемы:

Схема 1:

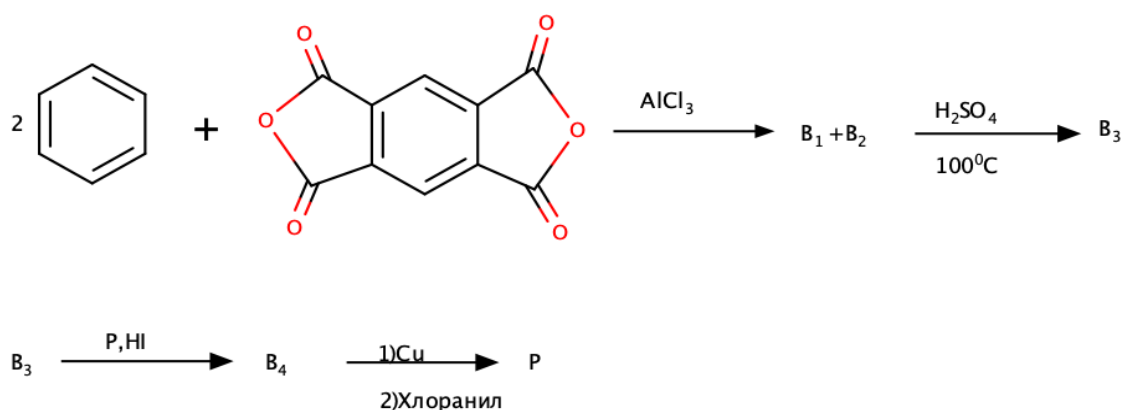
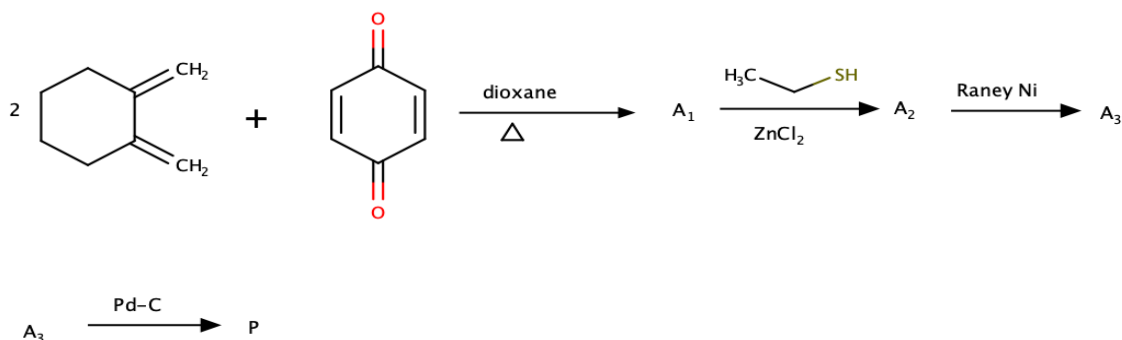


Схема 2:



Расшифруйте все соединения, если известно следующее:

Схема 1:

- Первая реакция - это реакция Фриделя-Крафтса
- Соединения B_2 и B_1 - изомеры. В отличие от B_2 , B_1 имеет плоскость симметрии.
- B_3 получается в результате реакций циклизаций, как с B_1 , так и с B_2
- Хлоранил имеет структуру:

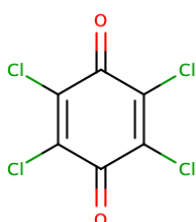
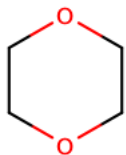


Схема 2

- Структура dioxane:



- Массовая доля серы в A_2 равна 23,88%

[15 баллов]