



Комплект задач
V онлайн олимпиады Pagodane

10-12 классы

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 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 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 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 до 27 декабря 2019 года.

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:

- 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 5 задач:

Задача 1. Окислительно-восстановительные реакции	6
Задача 2. Очень простой органический синтез	7
Задача 3. Кинетика разложения сульфурилхлорида	8
Задача 4. Зачем нужен АТФ?	9
Задача 5. Путь Эмбдена-Мейергофа-Парнаса	10

Номер задачи	Максимальный балл за задачу	Вес задачи
1	6	18%
2	7	18%
3	11	20%
4	21	20%
5	20	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 -



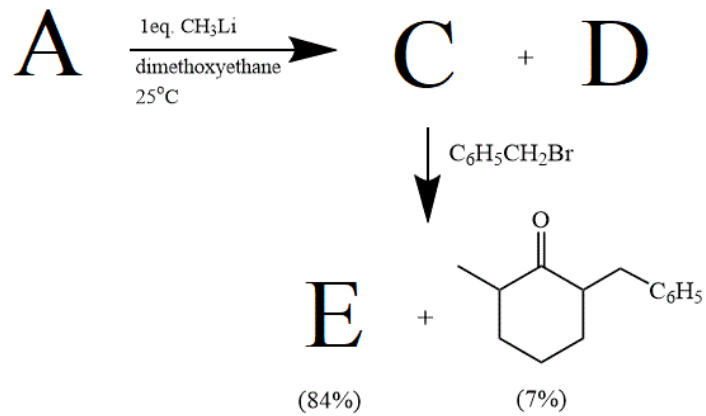
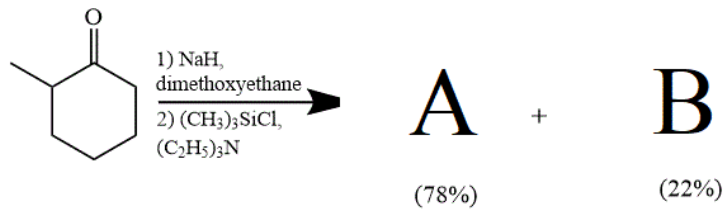
Задача 1. Окислительно-восстановительные реакции

1. $\text{SiO} + \text{AgClO}_4 + \text{HF} \rightarrow \text{Ag} + \text{HClO}_4 + \text{H}_2[\text{SiF}_6] + \text{H}_2\text{O}$
2. $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} + \text{SnCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Mo}_5\text{O}_{14} + (\text{NH}_4)_2\text{SnCl}_6 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{Na}_6\text{V}_{10}\text{O}_{28} + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{VO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4. $\text{NaReO}_4 + \text{Na} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{ReH}_9] + \text{NaOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$
5. $\text{TiNO}_3 + \text{HNO}_3 + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{Ti}(\text{NO}_3)_3 + \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{KNO}_3$
6. $[\text{B}(\text{NH}_3)\text{F}_3] + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{BF}_4] + \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

[6 баллов]

Задача 2. Очень простой органический синтез

1. Расшифруйте следующую схему превращений



Дополнительные сведения:

- Соединение D содержит четыре атома углерода
- Формула диметоксиэтана:



2. Напишите механизм для образования обоих продуктов (**A**, **B**) в первой реакции.

[7 баллов]

Задача 3. Кинетика разложения сульфурилхлорида

Сульфурилхлорид (SO_2Cl_2) часто используется как источник хлора и применяется для хлорирования многих органических веществ. При нагревании это вещество разлагается на сернистый газ и хлор (**реакция первого порядка**).



Откачанный сосуд заполнили сульфурилхлоридом и нагревали при температуре 375 К, измеряя общее давление в сосуде. Результаты измерений приведены ниже:

Время (с)	0	2000	4000	6000	8000
$P_{\text{общ}}$ (атм)	1.000	1.043	1.082	1.124	1.161

1. Рассчитайте давление сульфурилхлорида в каждом из временных промежутков. (2 балла)

2. Вычислите значение константы скорости данной реакции при 375 К. (3 балла)

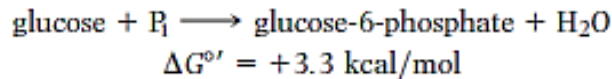
Если эту реакцию проводить при 385 К, то через 3000 секунд общее давление в сосуде составит 1.513 атм.

3. Вычислите константу скорости этой реакции при 385 К и значение энергии активации в кДж/моль. (6 баллов)

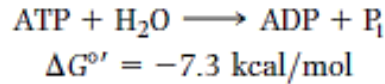
[11 баллов]

Задача 4. Зачем нужен АТФ?

Прямое фосфорилирование глюкозы неорганическим фосфатом - термодинамически невыгодная реакция:



По этой причине, в клетке фосфорилирование глюкозы протекает при сопряжении с реакцией гидролиза АТФ, которая является экзоргонной:



Типичные концентрации интермедиатов в дрожжевых клетках:

$$\begin{aligned} [\text{glucose-6-phosphate}] &= 0.08 \text{ mM} \\ [\text{ATP}] &= 1.8 \text{ mM} & [\text{P}_i] &= 1.0 \text{ mM} \\ [\text{ADP}] &= 0.15 \text{ mM} \end{aligned}$$

Примите, что все реакции протекают при 25°C

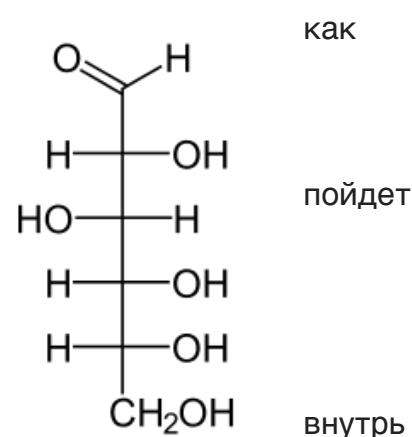
1. Рассчитайте минимальную концентрацию глюкозы, которую дрожжевая клетка должна поддерживать для того, чтобы прямое фосфорилирование было термодинамически выгодным. Возможно ли это с физиологической точки зрения? Объясните. (6 баллов)
2. Напишите уравнение сопряженного АТФ-зависимого фосфорилирования. Рассчитайте $\Delta G^{\circ'}$ (2 балла)
3. Рассчитайте минимальную концентрацию глюкозы, которую дрожжевая клетка должна поддерживать для того, чтобы сопряженное фосфорилирование было термодинамически выгодным. Возможно ли это с физиологической точки зрения? Объясните. (6 баллов)
4. Во сколько раз минимальная концентрация глюкозы уменьшается, когда фосфорилирование глюкозы сопряжено с гидролизом АТФ? (4 балла)
5. Приняв концентрацию глюкозы 5.0 мМ, рассчитайте $\Delta G^{\circ'}$ сопряженной реакции. (3 балла)

[21 балл]

Задача 5. Путь Эмбдена-Мейергофа-Парнаса

Путь Эмбдена — Мейергофа — Парнаса, более известный гликолиз, является процессом окисления глюкозы, при котором из одной молекулы глюкозы образуются две молекулы пирувата. Процесс состоит из цепи последовательных ферментативных реакций, о которых и речь в данной задаче.

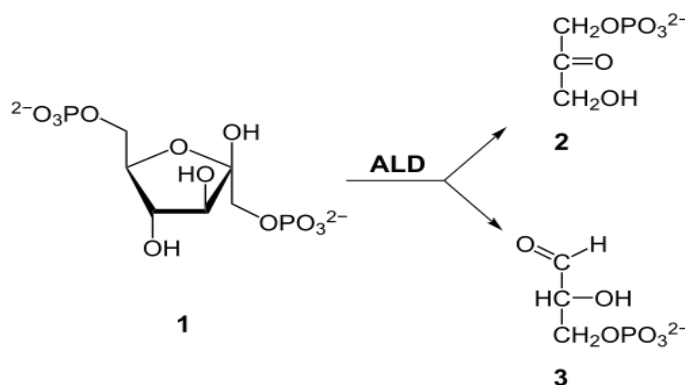
Как упомянуто выше, глюкоза является первым веществом, входящим в данный путь. Для наиболее полного и эффективного протекания всего пути клетке необходимо “задержать” глюкозу внутри после того, как она поступила через каналы плазматической мембраны. В этой стадии вовлечен фермент гексокиназа.



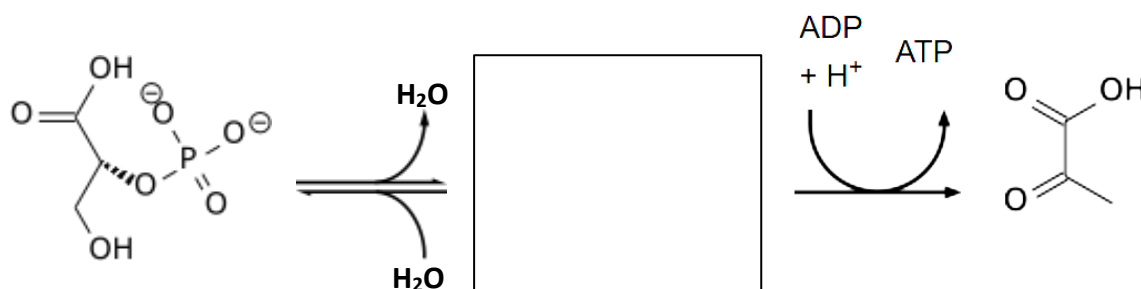
1. Напишите формулу глюкозы в ее пиранозной форме (6-и членный цикл). Ее линейная форма представлена справа. (3 балла)
2. Каким образом (химическая модификация) клетка блокирует выход глюкозы из клетки? К какому классу ферментов относится фермент гексокиназа. Напишите уравнение биохимической реакции. (6 балла)

В одной из стадий гликолиза происходит распад одной молекулы на две, что свидетельствует о выходе двух молекул пирувата из одной молекулы глюкозы. Эта стадия протекает по ретро-альдольному механизму и представлена ниже.

3. Назовите вещества 1, 2, 3. (4,5 балла)
4. Напишите механизм обратной реакции (2+3=1), если он соответствует альдольной реакции. (4 балла)



Ниже представлены две заключительные стадии гликолиза:



5. Расшифруйте вещество в квадрате. (2,5 балла)

[20 баллов]