

Забери этот лист с собой, чтобы не забыть свой код и ссылки к ответам и обратной связи!

Инструкция и памятка по решению олимпиады

- В твоей тетради должно быть **9 страниц**.
- Комплект состоит из **6 задач**.
Н.В. Результаты решения 6-й задачи не влияют на результаты регионального тура олимпиады (кроме Таллинна), но учитываются при приглашении на республиканский тур. 6-я задача объёмнее предыдущих, но вся необходимая для решения информация есть в тексте.
- На решение у тебя есть **5 часов**.
- В качестве черновика используй обратную сторону листа.
- Используй время эффективно!
В первую очередь решай то, что умеешь.
Если у тебя не получается решить какую-либо задачу, отложи её.
- Всегда читай задачу и вопросы до конца.
Под вопросы задач не всегда связаны между собой.
Отвечай на как можно большее число подвопросов, независимо от того, можешь ли ты дойти до конечного ответа или нет.
- Пиши ответы и расчеты **ручкой** только в отведенные для этого **ячейки**.
Если ответ не помещается в ячейку, то напиши его с обратной стороны той же страницы и очерти вокруг него ячейку. Отметь около задачи, что ответ находится с обратной стороны.
- **Пиши аккуратно.**
Если проверяющий не поймет твой почерк, он не сможет оценить работу и поставить баллы.
При исправлении зачеркни неверное слово/ число целиком и напиши заново.
- Для каждого численного ответа приведи **ход решения**.

Задачи и ответы (будут опубликованы, когда олимпиада закончится):

www.eko.ut.ee/eko/pv

Поделись с нами своим мнением:

tinyurl.com/EK02022-tagasiside

Наши спонсоры и партнёры:

*Захватывающей
олимпиады!*



TARTU ÜLIKOOL
keemia instituut



РЕГИОНАЛЬНЫЙ ТУР ОЛИМПИАДЫ ПО ХИМИИ

10 класс

январь 2022 г

Впиши печатными буквами:

ФАМИЛИЯ

.....

ИМЯ

.....

АДРЕС ЭЛ.-ПОЧТЫ

.....

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ

.....

ИМЯ И ФАМИЛИЯ УЧИТЕЛЯ

.....

Заполняют проверяющие:

Задача	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Сумма
Максимальные баллы	12 б	8 б	12 б	8 б	10 б	20 б	50 б + 20 б
Баллы (ЕКО жюри)							

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2021/22 уч. г.

10 класс

Задача 1. Колонизация Марса (12 б)

Колонизация Марса представляет большой интерес для человечества. Для устройства постоянной жизни на планете нужно использовать имеющиеся на поверхности оксиды (например CaO, CrO₃, K₂O, MgO, Na₂O, P₄O₁₀, SiO₂, TiO₂) и присутствующие в атмосфере газы (95% CO₂, 3% N₂, 2% Ar по объёму).

- a)** Какие из содержащихся на поверхности Марса оксидов изменяют среду водного раствора на **i)** кислую, **ii)** основную и **iii)** нейтральную? (4)

i) изменяют на кислую:

ii) изменяют на основную:

iii) оставляют нейтральной:

- b)** Рассчитай среднюю молярную массу “воздуха” на Марсе. (2)

$M = \dots\dots\dots \text{г}\cdot\text{моль}^{-1}$

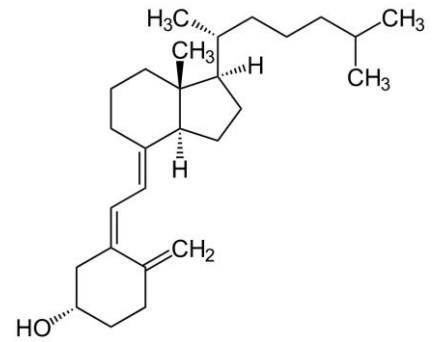
Круговорот воды и наличие жидкой воды необходимы для того, чтобы сделать природные условия на Марсе схожими с земными. Для того, чтобы вода на поверхности Марса могла быть жидкой, нужно создать на планете более плотную атмосферу с более высокой средней температурой. Для повышения температуры атмосферы самым эффективным методом является использование парникового эффекта. Парниковый эффект вызывают накапливающиеся в атмосфере парниковые газы. Каждое из следующих уравнений реакций содержит по меньшей мере один парниковый газ.

- c)** Расставь коэффициенты в уравнениях реакций: **i)** $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$; **ii)** $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$; **iii)** $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; **iv)** $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$. (4)
- d)** Уменьшается, увеличивается или остается прежним количество парниковых газов в реакциях **i)-iv)**? (2)

c) Реакции:	d) Кол-во парниковых газов ...
i)	
ii)	
iii)	
iv)	

Задача 2. Витамин D (8 б)

Эстония расположена на широте, где количество солнечного света зачастую ограничено. А поскольку входящее в состав солнечного света УФ-излучение необходимо для синтеза витамина D, то 75% жителей Эстонии испытывают нехватку этого витамина. Также, поскольку все люди разные, не существует точно установленного “правильного” уровня витамина D, вместо этого есть т. н. оптимальный интервал (75–125 нмоль·дм³). Витамин D крайне необходим для нормальной работы организма, так как он снижает риски возникновения многих заболеваний: сахарного диабета, высокого кровяного давления и по некоторым сведениям даже злокачественных опухолей. Однако, избыток витамина D может вызвать отравление. Для восполнения недостатка витамина используются содержащие витамин D препараты. Один из самых распространенных таких препаратов – это D₃ или холекальциферол (см. рисунок). Мама Энэ дала своему младенцу витамин D, на банке которого была написана рекомендуемая доза 5 капель в день (1 капля = 0,030 см³). Желая быть совершенно уверенной в здоровье своего ребенка, она решила дать ему 2,0 мл. Через пару недель здоровье ребенка ухудшилось, и он начал терять в весе, так как у ребенка произошло отравление витамином D.



- a) Напиши брутто-формулу D₃. (1)

Брутто-формула D₃

- b) Рассчитай рекомендуемое количество (пмоль) и массу (мкг) витамина D₃ для маленького ребенка (0–12 месяцев), если в одной капле содержится 80 IU. 1 IU витамина D₃ = 0,30 пмоль. (4)

Рекомендуемое количество витамина D₃- пмоль и масса мкг

- c) Рассчитай концентрацию рекомендуемой дозы (мкмоль·дм⁻³). (2)

Рекомендуемая концентрация дозы мкмоль·дм⁻³

- d) Во сколько раз Энэ превысила рекомендуемую дозу? (1)

Доза была превышена в раз

Пилоты Макс и Льюис соревнуются за титул чемпиона Формулы-1. Используй приведенные ниже данные, чтобы предсказать победителя. Предположи, что автомобили вмещают по 110 кг топлива.

Водитель	Макс	Льюис
Топливо	85% октан, 15% этанол	88% октан, 12% этанол
КПД мотора	44%	47%
Потери энергии в связи с сопротивлением воздуха	14%	17%
Масса кузова машины	740 кг	750 кг
Масса мотора	150 кг	160 кг

с) Оцени плотность энергии на единицу массы автомобилей **i)** Макса и **ii)** Льюиса в начале

заезда, когда баки заполнены топливом полностью.

(4)

i)

EM = кДж·кг⁻¹

ii)

EM = кДж·кг⁻¹

Задача 4. Страна самоцветов (8 б)

Во вселенной японской манги “Страна самоцветов” (Land of the Lustrous) существуют бессмертные существа – человекоподобные самоцветы, чьи имена соответствуют названиям минералов. Главную героиню зовут Фосфофиллит (минерал **I**). Она – это редкий зеленоватый минерал, который представляет собой тетрагидрат фосфата металлов **A** ($w_A = 29,15\%$) и **B** ($w_B = 12,45\%$), $A_2B(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$. На ночном дозоре стоит Киноварь (минерал **II**) – самоцвет с красными волосами, чье тело источает яд. Киноварь является сульфидом металла **C** ($w_C = 86,22\%$), причем металл **C** действительно может вызвать отравление. Самоцвета-медика, чья работа чинить другие самоцветы, зовут Рутил (минерал **III**). Рутил – это оксид металла **D** ($w_O = 40,07\%$), который часто используется в качестве белого пигмента или пищевой добавки. Загадочный самоцвет Антарктицит (минерал **IV**) появляется только зимой, когда все остальные самоцветы впадают в спячку. Особенностью персонажа является то, что в остальные времена года она жидкая, но с наступлением зимы кристаллизуется. В реальности же антарктицит является кристаллогидратом хлорида щелочноземельного металла **E** ($w_{H_2O} = 49,34\%$). Соль ECl_2 используется в лаборатории для осушения веществ. Антарктицит был открыт в самом соленом озере Антарктики, где его кристаллы как лежали на дне, так и плавали на поверхности.

а) Определи элементы **A–E** при помощи расчетов. (5)

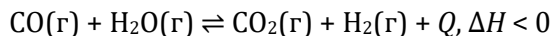
	A	B	C	D	E
Символ					

б) Напиши номенклатурные названия минералов **I–IV**. (3)

I
II
III
IV

Задача 5. Равновесие реакции сдвига водяного газа (10 б)

Реакция сдвига водяного газа – это равновесная реакция для производства водорода:



Константа равновесия реакции выражается следующим образом:

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}$$

- a) При каких приведенных значениях константы равновесия количество продуктов больше количества реагентов при условии, что между собой прореагировали 1 моль CO и 1 моль H₂O? Варианты: **i)** $K = 2$; **ii)** $K = 1$; **iii)** $K = \frac{1}{2}$. (2)

Ответ:

- b) Как влияют приведенные ниже факторы на равновесие реакции? Варианты: **1)** смещает в сторону CO и H₂O; **2)** смещает в сторону CO₂ и H₂; **3)** не влияет. (4)

i) Повышение давления		ii) Повышение температуры	
iii) Удаление из системы CO		iv) Добавление в систему CO ₂	

Взяли две одинаковые емкости. В первую добавили 1 моль CO и 1 моль H₂O, во вторую 1 моль CO₂ и 1 моль H₂.

- c) Какое из следующих утверждений верно описывает химическое равновесие? Поясни свой ответ. (2)
- i)** В первой емкости количество CO и H₂O больше, чем во второй емкости.
ii) В первой емкости количество CO и H₂O меньше, чем во второй емкости.
iii) Количество CO и H₂O в обеих емкостях равно.

Ответ:

В третью ёмкость добавили равновесную смесь реагентов и продуктов, а CO поместили изотопом ¹⁴C.

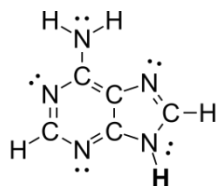
- d) Какое из следующих утверждений верно описывает смесь по истечению длительного промежутка времени? Поясни свой ответ. (2)
- i)** Атомы изотопа ¹⁴C перераспределились между CO и CO₂.
ii) Все молекулы CO содержат изотоп ¹⁴C.
iii) Все молекулы CO₂ содержат изотоп ¹⁴C.

Ответ:

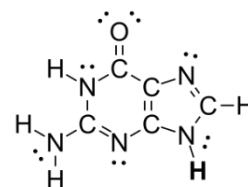
Задача 6. Химические основы жизни (20 б)

В данной задаче мы рассмотрим происхождение “кирпичиков жизни” – азотистых оснований **A**, **C**, **G**, **T** и **U**. Они содержатся в дезоксирибонуклеиновой и рибонуклеиновой кислотах (соответственно ДНК и РНК), которые имеют ключевое значение для жизненных форм на Земле. В приведённых ниже точечных структурах азотистых оснований у каждого атома C, N и O по восемь электронов на внешней оболочке, которые представлены либо в виде ковалентных связей, либо в виде свободных электронных пар.

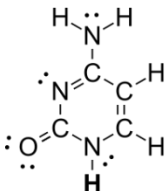
Согласно одной из гипотез, азотистые основания могли возникнуть из неорганических соединений: цианистого водорода (HCN), аммиака (NH₃) и воды (H₂O).



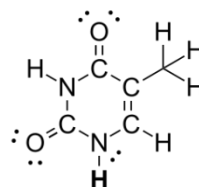
Аденин (A)



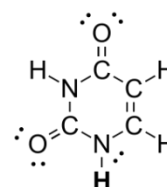
Гуанин (G)



Цитозин (C)



Тимин (T)



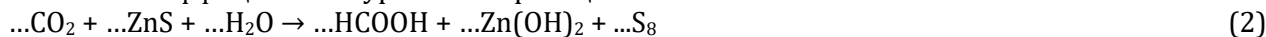
Урацил (U)

- a)** Определи минимальное количество молекул HCN и H₂O необходимое для получения каждого из азотистых оснований. (2)

	A	G	C	T	U
N(HCN)					
N(H ₂ O)					

В безжизненных условиях (до 540 млн лет н. э.), молекулы HCN и NH₃ образовывались в атмосфере из молекул CO₂ и N₂. Концентрация диоксида углерода в атмосфере безжизненной Земли была в десятки раз выше современной. Для возникновения жизни на Земле, диоксид углерода должен был быть восстановлен до простейших органических соединений, таких как муравьиная кислота (HCOOH). Весьма вероятно, что большую роль в восстановлении диоксида углерода играли минералы, например сульфид цинка.

- b)** Расставь коэффициенты в уравнении реакции:



- c)** Напиши уравнение реакции образования NH₃, протекающей на поверхности ZnS схожим образом с реакцией из подпункта **b**). (2)

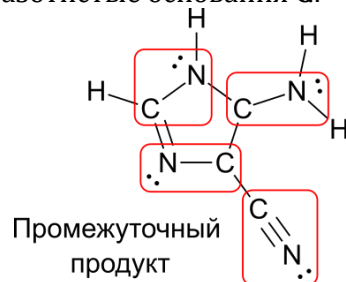
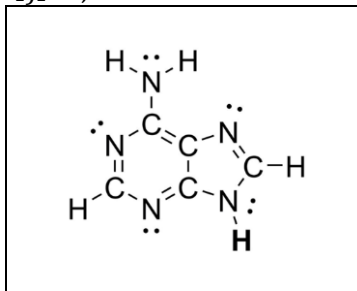
Аммиак и муравьиная кислота вступали между собой в реакцию, образуя формиат аммония (HCOONH₄). Чистый формиат аммония нестабилен и разлагается на формамид (HCONH₂) и воду. Формамид же разлагается при повышенной температуре, образуя цианистый водород (HCN) и воду (H₂O).

- d)** Нарисуй точечные структуры формиата аммония и формамида. (2)

формиат аммония	формамид

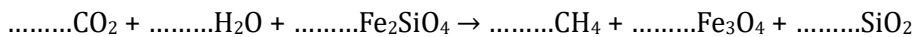
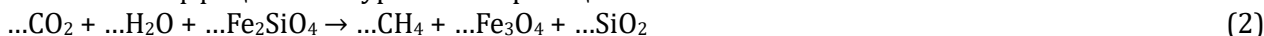
В безжизненных условиях синтез азотистых оснований **A** и **G** мог начаться, когда четыре молекулы HCN соединялись в промежуточный продукт (см рисунок). В ходе этой реакции тройные связи (C≡N) молекулы HCN превращаются в обведённые связи, а атомы водорода меняют свое положение. При реакции этого промежуточного продукта с молекулой HCN образуется азотистое основание **A**, а с молекулой (NH₂)₂CO, то есть мочевиной образуется азотистые основания **G**.

- е) Обведи в структуре **G** связи C–N, C=N и C=O, происходящие из молекул HCN. (2)



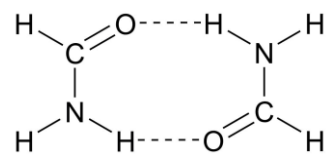
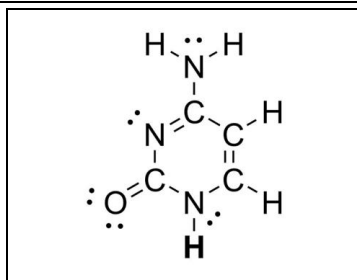
Мочевина и цианоацетилен (H–C≡C–C≡N) вероятно образовались фотокаталитически из метана. В безжизненных условиях метан мог получаться при реакции диоксида углерода с раскалённым силикатом железа.

- ф) Расставь коэффициенты в уравнении реакции:



- г) Напиши уравнение реакции мочевины и цианоацетилена, в ходе которой образуется соединение **C**. (1)

- h) Обведи в структуре **C** цепочку атомов, происходящих из молекулы цианоацетилена. (2)



Основной принцип сохранения биологической информации в ДНК и РНК заключается в образовании водородных связей между азотистыми основаниями. Пары азотистых оснований, связанных между собой, называют спаренными. В ДНК содержатся только **T–A** и **G–C** спаренные основания, а в РНК – **U–A** и **G–C**. На рисунке ниже проиллюстрированные межмолекулярные водородные связи между двух молекул формамида.

- и) Нарисуй спаренные основания **T–A** и **G–C**, обозначив пунктирными линиями водородные связи. Подсказка: водородная связь образуется, если свободная электронная пара N или O связывается с атомом водорода из связи N–H. Вместо атомов водорода, обозначенных жирным шрифтом, в структуре ДНК находится атом углерода дезоксирибозы, то есть этот атом водорода **не участвует** в образовании водородной связи. (5)

T–A	G–C

