

Министерство образования Российской Федерации
Тамбовский государственный технический университет

**ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ
ПО ХИМИИ**

Методические указания
для студентов 1 и 2 курсов технических специальностей

Тамбов
Издательство ТГТУ
2001

УДК 54(076.1)

ББК Гя73-4

A13

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

Рецензент

Доктор химических наук, профессор

А. Б. Килимник

Составители:

Н. А. Абакумова, А. И. Попов

A13

Олимпиадные задачи по химии: Метод. указ. / Сост.: Н. А. Абакумова, А. И. Попов. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. 20 с.

В методических указаниях рассказано об истории олимпиадного движения студентов в России, приведены основные положения проведения олимпиад, даны рекомендации студентам по решению творческих задач. Собраны наиболее интересные задачи по химии для самостоятельной работы студентов.

Предназначены для студентов 1 и 2 курсов технических специальностей дневного и подготовительного отделений.

УДК 54(076.1)

ББК Гя73-4

© Тамбовский
государственный
технический университет
(ТГТУ),
2001

ВВЕДЕНИЕ

Традиционные формы обучения недостаточно ориентируют студентов на формирование готовности к профессиональной деятельности в современных рыночных условиях, предполагающей, прежде всего, готовность к решению творческих профессиональных задач, требующих нестандартной комбинации имеющихся знаний, умения проявить свои способности в условиях ограничения времени и ресурсов.

Перспективным направлением совершенствования образовательного процесса, способствующим развитию у студентов нестандартного мышления, является олимпиадное движение по естественно-научным и специальным дисциплинам, активно разрабатываемое и внедряемое в ведущих вузах России и Белоруссии, в том числе и в Тамбовском государственном техническом университете.

Студенческие олимпиады позволяют реализовать в процессе обучения профессиональные и социальные контексты будущей профессиональной деятельности, формировать у обучающихся навыки творческой индивидуальной и коллективной работы, готовят студентов к научно-исследовательской работе.

В результате участия в олимпиадном движении студенты приобретают такие качества, как собранность, целеустремленность, интерес к науке, трудолюбие, нестандартность мышления, творческую активность исследователя или конструктора, широту взглядов, эрудицию, умение распределять силы, умение сконцентрироваться и решать иногда проблемы диаметрально противоположных направлений.

При подготовке и проведении студенческих олимпиад качественное и количественное изменение всей структуры возможностей человека происходит за счет усложнения способов удовлетворения познавательной потребности: от типовых задач к эвристическим, от уяснения поставленной кем-то проблемы до самостоятельной постановки задачи и проведения научного поиска.

В процессе решения олимпиадных задач можно выделить следующие этапы творческой деятельности: осознание проблемы, рождение гипотезы, разработка модели решения задачи, реализация выбранного алгоритма и критический анализ проделанной работы, проверка результатов на адекватность.

К студенту, участвующему в олимпиадах, предъявляются следующие требования:

- необходимые для погружения в информационное поле задачи: высокий интеллект, умение наблюдать, выделять главные и второстепенные объекты, уяснять взаимосвязь между ними;

- на этапе разработки алгоритмов решения: развитость воображения, способность к комбинированию, созиданию новых знаний из уже имеющихся;

- на этапе критической проверки: способность к анализу, критичность.

Целесообразно выделить несколько классов познавательных задач, решаемых участниками олимпиады:

- 1) Неполно поставленные, с размытыми условиями, требующие способности к "видению проблемы".
- 2) С парадоксальной формулировкой, провоцирующие на ошибку, с неопределенным, неоднозначным ответом.
- 3) С избыточными данными, задачи выбора, с противоречивыми условиями, задачи на оптимизацию процесса поиска решения.

- 4) На комбинирование известных способов нахождения оператора задачи в субъективно новый способ.
- 5) На выработку обобщающих стратегий, на построение алгоритмов.
- 6) На доказательство, на обнаружение и устранение ошибок.
- 7) На выдвижение гипотез, построение стратегии решения.
- 8) С выдвижением в качестве основного этапа - проверки решения с последующей его оценкой.

Всероссийское студенческое олимпиадное движение начинает свой отсчет с 1992 года и продолжает лучшие традиции Всесоюзных олимпиад.

Во Всероссийских олимпиадах могут принимать участие студенты всех вузов России, Белоруссии, стран СНГ, поэтому многие олимпиады приобретают статус международных.

Олимпиады проводятся в три тура. Студенты, желающие участвовать во Всероссийской олимпиаде (заключительном туре), проходят вначале вузовскую (первый тур), затем региональную (второй тур) олимпиады.

Как правило, к участию в заключительном туре допускаются победители региональных олимпиад, но в сложившейся экономической ситуации Оргкомитеты Всероссийских олимпиад могут допускать на них и победителей вузовских туров. В соответствии с положением о Всероссийских студенческих олимпиадах их участниками могут выступать как отдельные студенты, так и команды.

Химия является одним из основных предметов, позволяющих готовить конкурентоспособного специалиста в техническом вузе. Студенты, принимавшие участие в олимпиадах по химии, более эффективно осваивают специальные предметы, такие как экология, выбор конструкционных материалов и защита от коррозии, оборудование химических предприятий и другие.

В последние годы Всероссийская олимпиада проводилась на базе Красноярского университета.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕШЕНИЮ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ

Сначала задачи решайте на черновике. Жюри черновики не будет рассматривать, поэтому черновики и тексты всех задач оставьте у себя при сдаче работы - они потребуются Вам для последующего анализа своих действий.

Переписывайте начисто задачу сразу после ее решения. Писать условие задачи не нужно. Пишите решение каждой задачи отдельно на развернутом вертикально листе на одной его стороне; если одного листа недостаточно - прибавьте второй, соедините их скрепкой, напишите на них порядковые номера (1, 2, 3) для данной задачи. В начале каждого листа оставьте чистую полосу шириной 50 мм; в ее центре запишите "Задача № ..." (укажите его); повторите этот номер на втором и третьем листе со словом "продолжение" (если имеется второй и третий лист решения); все листы должны иметь указание номера задачи.

Если Вы предлагаете не одно, а два решения данной задачи, укажите в начале их текстов: "Решение № 1", "Решение № 2". Оставляйте поля и пробелы между решениями.

Пишите поясняющий решение текст (объем его определяйте самостоятельно), все формулы и вычисления аккуратно, разборчиво, без ошибок. Сопровождающие решение рисунки вычерчивайте четко, указывайте на них все необходимые обозначения. За небрежное оформление работы и неполное описание решения оценки снижаются.

После окончания работы все листы (в том числе и чистые неиспользованные листы) сложите вдвое и вложите в заклеенный конверт с Вашими координатами и сдайте вместе со справочной литературой члену жюри.

Прежде всего, внимательно и подробно ознакомьтесь с текстами всех конкурсных задач для оптимального выбора из них тех, которые Вы сможете правильно решить в отведенное для этого время - примерно в течение 2,5 - 4,5 часов (время конкурсных испытаний устанавливается жюри олимпиады и доводится до участников); часть времени отведите на проверку и оформление текстов решений.

При выборе задач для решения используйте следующие рекомендации.

1 В качестве первой задачи решайте такую, которую Вы сумеете решить быстро и правильно. Успешное решение первой задачи даст Вам надежный минимум баллов и уверенность в своих способностях и знаниях. Поэтому первая задача может быть пониженной или средней сложности.

2 Не стремитесь решать много задач - помните правило "лучше меньше, да лучше"; решения, не имеющие правильного ответа (с ошибками, незаконченные), дают участнику небольшое число баллов.

3 Выбирайте для решения посильные Вам задачи: не пытайтесь без достаточного на то основания решать все задачи повышенной сложности, каждая из которых требует большего времени на решение, чем простые задачи.

4 Если задача может быть решена двумя способами, кажущимися перспективными во всех отношениях, за исключением того, что один из них, по Вашему мнению, легче другого, то естественно сперва испробовать более легкий и быстрый способ. Старайтесь, применяя избранный метод решения, извлечь из него максимум информации для ответа и не прекращайте решения начатым способом, пока не будете уверены, что полностью его исчерпали.

5 Предлагайте оригинальный, нестандартный метод решения; текстуально поясните его рациональность по сравнению с классическим; подтвердите его правильность проверкой полученного результата другим методом.

6 Помните, что Ваше решение должно быть точным!

Внимательно проверяйте до оформления текст решения. Для уверенности в правильном ответе исследуйте возможность другого решения этой задачи, и дополнительный балл за второе, контрольное ее решение могут дать суммарную оценку выше, чем неточное или неполное решение двух различных задач.

7 В оценке своей работы будьте самокритичны. Постарайтесь самостоятельно разобраться в причинах невысокой оценки своей работы. Опыт показывает, что в подавляющем большинстве случаев обращение участника в апелляционную комиссию бывает необоснованным.

8 Стремитесь к победе, но помните, что главное - это Ваше участие в олимпиаде, деловые и дружеские контакты с ее участниками, преподавателями и студентами вашего вуза, сравнение уровня своих знаний и навыков с общим уровнем олимпиады и определение направлений для дальнейшего личного самосовершенствования, приобретение опыта в борьбе за победу в своем деле в условиях экстремальности воздействия внешних факторов.

9 Список справочной литературы, которой могут пользоваться участники олимпиады, определяется жюри.

При подготовке к олимпиаде по химии еще раз внимательно изучите фундаментальные положения этой науки, подготовьте справочную литературу. На первом этапе целесообразно решать более простые задачи, приведенные в разделе для самостоятельной работы. Работа может происходить в рамках олимпиадной микрогруппы при консультировании у преподавателя - руководителя этой группы. На втором этапе переходите к решению олимпиадных задач. Помните, что олимпиадные задачи - творческие задачи, которые предполагают нестандартный подход к их решению. Целесообразно после самостоятельной работы над задачами проводить их обсуждение в рамках олимпиадной микрогруппы.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1 В каком соотношении масс следует взять навески металлической меди, чтобы при внесении одной в концентрированную серную кислоту, а второй - в разбавленную азотную кислоту выделились равные объемы газов?

2 При сжигании 8,96 л смеси метана, оксида углерода (II) и этана получено 13,44 л углекислого газа. Определить мольное содержание в горючей смеси этана, если объемы газов измерены при нормальных условиях.

3 В каком объемном соотношении необходимо смешать растворы сильной кислоты с $pH = 3$ и щелочи с $pH = 12$, чтобы получить раствор с $pH = 10$?

4 Через 6 %-ный раствор гидроксида калия (плотность $1,05 \text{ г/см}^3$) объемом 2 л пропущен электрический ток. В результате концентрация раствора увеличилась или уменьшилась (?) на 2 %. Какие вещества и в каких количествах выделились при этом на электродах?

5 Навеска металла второй группы периодической системы элементов массой 60 г, взаимодействуя с азотом, образуют нитрид, при гидролизе которого получается гидроксид соответствующего металла и аммиак. При каталитическом окислении выделившегося аммиака образуется 21,96 л оксида азота (II) с выходом 98 %. Определить исходный металл.

6 Один металл массой 0,18 г вытесняет из раствора соли 0,56 г второго металла. При растворении 0,56 г второго металла в кислоте выделяется 200 мл водорода, объем которого измерен при температуре 0°C и давлении 1,12 атм. Определить эквивалентную массу первого металла.

7 Химическое равновесие реакции $A(g) + B(g) = C(g) + D(g)$ установилось при следующих концентрациях: $[A] = 6$ моль/л; $[B] = 2$ моль/л; $[C] = 4$ моль/л; $[D] = 3$ моль/л. В равновесную систему добавили 4 моль/л вещества В. Вычислить новые равновесные концентрации веществ.

8 В каком соотношении масс следует смешать карбонаты кальция и магния, чтобы после прокаливании смеси процентное содержание оксида магния было таким же, как и процентное содержание оксида кальция?

9 Были смешаны 7 л оксида азота (II) и 3 л кислорода. Определить объемный состав смеси в тот момент, когда объем оксида азота уменьшился на 1/7 при постоянном давлении и температуре.

10 В каком объемном соотношении необходимо смешать растворы сильной кислоты с $pH = 5$ и щелочи с $pH = 9$, чтобы получить раствор с $pH = 8$?

11 Вычислите процентную концентрацию вещества в растворе, получившемся в результате электролиза 400 мл 10 %-ного раствора гидроксида натрия (плотность $1,1$ г/см³), если известно, что при этом выделилось 56 мл кислорода, измеренного при нормальных условиях.

12 При взаимодействии 6,4 г неизвестного металла с концентрированным раствором кислоты образуется соль двухвалентного металла и выделяется 4,48 л газа, содержащего 30,43 % азота и 69,57 % кислорода. Плотность газа по водороду равна 23. Назовите неизвестный металл.

13 При прокаливании в токе водорода двух оксидов одного и того же металла найдено, что из одного грамма первого оксида образуется 0,126 г воды, а из одного грамма второго - 0,226 г воды. Вычислите эквивалентные массы металла.

14 Константа равновесия реакции $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ при 1080 К равна 1. Вычислить состав равновесной смеси (в мол. %), получающейся из двух объемов оксида углерода и трех объемов водяных паров.

ЗАДАЧИ ВСЕРОССИЙСКИХ ОЛИМПИАД

ОЛИМПИАДА-1985

Задача 1

После взрыва смеси водорода с избытком воздуха образовавшаяся вода поглощена 60 мл 80 %-ной H_2SO_4 ($\rho = 1,73$ г/см³), после чего концентрация последней уменьшилась на 0,5 %. Определить состав исходной смеси в объемных процентах, если ее объем при нормальных условиях 3 л.

Задача 2

При прокаливании 20 г неизвестной соли без доступа воздуха образуется твердый продукт А и газ Х. При пропускании газа Х в раствор, полученный растворением твердого продукта А в избытке воды, раствор мутнеет. После пропускания над раскаленным углем без доступа воздуха смеси 4,48 л оксида углерода (II) и газа Х, образовавшегося при прокаливании исходной неизвестной смеси, суммарный объем газовой смеси увеличивается на 4,48 л. Назовите исходную неизвестную соль. Ответ подтвердите расчетами.

Задача 3

Каким объемом воды следует разбавить 1 л 0,6 %-ного раствора уксусной кислоты ($\rho = 1$) для получения раствора, pH которого равен 3 ($\text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Задача 4

Константа равновесия реакции $\text{A(г)} + \text{B(г)} = \text{C(г)} + \text{D(г)}$ равна единице. Сколько процентов вещества А подвергается превращению, если смешать 3 моля вещества А и 5 молей вещества В?

Задача 5

Медный стержень массой 140,8 г выдержали в растворе нитрата серебра, после чего его масса составила 171,2 г. Рассчитайте объем израсходованного 32 %-ного раствора HNO_3 ($\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$) на растворение медного стержня после выдерживания его в растворе AgNO_3 .

Задача 6

Сколько граммов $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и сколько миллилитров 39 %-ного раствора HCl ($\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$) следует взять, чтобы с помощью выделившегося хлора окислить 0,1 моля FeCl_2 в FeCl_3 ?

ОЛИМПИАДА-1986

Задача 1 (8 баллов)

При прокаливании смеси серы с 22,4 г неизвестного металла без доступа воздуха протекает реакция с образованием сульфида металла (II). При растворении продуктов реакции в избытке соляной кислоты выделяется газ А и остается 6,4 г нерастворимого вещества, при сжигании которого в избытке кислорода получается газ В.

Количественное взаимодействие газа А с газом В приводит к образованию 19,2 г простого вещества. Определить неизвестный металл и дать количественное обоснование ответа. Рассчитать количественный состав исходной смеси.

Задача 2 (5 баллов)

Назовите вещества более сильные, чем фтор, окислители.

Задача 3 (7 баллов)

Навеску руды 2,000 г растворили в кислоте и хром окислили до дихромата. После разрушения окислителя раствор разбавили до 100,00 мл и 20,00 мл раствора обработали 25,00 мл раствора FeSO_4 .

На титрование избытка сульфата железа (II) пошло 15,00 мл 0,0075 моль/л раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (23,00 мл раствора FeSO_4 эквивалентны 35,00 мл раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

- 1 Написать уравнение реакции.
- 2 Вычислить процентное содержание хрома в руде.
- 3 Указать, как подбирается индикатор, каким образом фиксируется точка эквивалентности при хроматометрических определениях.

Задача 4 (7 баллов)

Навеску сплава 2,348 г перевели в раствор и в кулонометрической ячейке провели количественное восстановление Zn^{2+} и Cd^{2+} на платиновом катоде при контролируемом потенциале. Масса катода увеличилась на 0,8132 г. Одновременно с помощью йодидного кулонометра измерили количество электричества, затраченное на выделение металлов. В кулонометр помещалось 100 мл раствора йодида калия.

На титрование 10 мл раствора из кулонометра после окончания электролиза потребовалось 18,34 мл 0,1 н. раствора тиосульфата натрия.

- 1 Определить массовые доли цинка и кадмия в сплаве.
- 2 Какие условия должны соблюдаться для точного определения двух компонентов методом кулоногравиметрии?
- 3 Каким образом можно повысить точность анализа, рассмотренного в задаче?

Задача 5 (10 баллов)

По реакции Реформатского с третбутилфенилкетонем образуется соединение А, переходящее после дегидратации в кислой среде в соединение В, из которого действием бромистого этилмагния образуется соединение С, а действием алюмогидридом лития - соединение D.

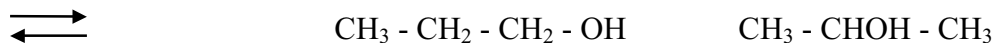
Напишите формулы А, В, С, D, если известно, что соединение С способно к дегидратации, а при озонлизе образует в качестве одного из продуктов 2-бутанональ.

Задача 6 (8 баллов)

Вещество А при окислении дает два соединения В и С. Соединение В при дальнейшем окислении образует только пропионовую кислоту. В тех же условиях из соединения С получается уксусная кислота и кислота с молекулярным весом 102. Зная, что С - кетон, не содержащий фрагмента CH_3CO , определить формулы А, В и С.

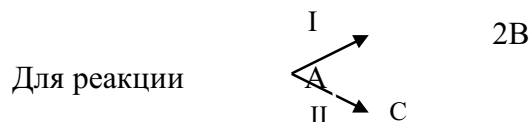
Задача 7 (8 баллов)

Для обратимой реакции изомеризации пропанола-I



рассчитать изменение энтальпии, энергии Гиббса, энтропии, а также равновесную степень превращения при температуре 500 К, если 25 % исходного пропанола-I реагировало при температуре 495 К за 200 ч, а при 505 К за 410 ч. Температурный коэффициент скорости обратной реакции и константа скорости последней при 495 К равны соответственно 2,0 и $5 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$. Сделать выводы о влиянии температуры на кинетические и термодинамические параметры процесса. Принимать, что тепловой эффект реакции в заданном температурном интервале постоянен.

Задача 8 (10 баллов)



энергия активации образования вещества В равна 60 кДж/моль, образования вещества С 55 кДж/моль.

Предэкспоненциальный множитель $k_0 = 2,7 \cdot 10^{10}$.

- 1) Определить условия, в которых концентрации образующихся в реакции продуктов будут одинаковы.
- 2) Рассчитайте энергию активации реакции превращения $A \rightarrow$ продукты и покажите, является ли она величиной постоянной.
- 3) Покажите связь между энергией активации реакции и теплотой (энтальпией) активации. Рассчитайте энтальпию активации реакции при 298 К.

ОЛИМПИАДА-1987

Задача 1 (9 баллов)

Какие продукты будут получаться:

- 1) при нагревании на воздухе металлического марганца, технеция, рения;
- 2) при продувании воздуха через раствор соли двухвалентного марганца в присутствии избытка цианид-иона;
- 3) при добавлении диоксида марганца к концентрированному раствору гидроксида калия на воздухе;

- 4) при добавлении перманганата калия к концентрированной серной кислоте;
- 5) при нагревании чистого рения в атмосфере хлора.

Написать все уравнения реакций и дать характеристики полученных продуктов.

Задача 2 (7 баллов)

Навеску цианамид кальция массой 2,348 г при нагревании обработали избытком воды. Образовавшийся газ растворили в дистиллированной воде, причем для нейтрализации полученных 75 мл раствора потребовалось 58 мл 1 н. раствора HCl.

- 1) Приведите уравнения описанных реакций.
- 2) Определите процентное (по массе) содержание цианамид кальция в исследуемом образце.
- 3) Вычислите процентное содержание азота в исследуемом образце цианамид кальция.

Задача 3 (7 баллов)

Навеску 0,6018 г феррита состава $F_2O_3-NiO-CoO$ растворили в 9 М соляной кислоте. Разделение провели ионообменным способом. Раствор пропустили через сильноосновной анионит. При этом на анионите удерживаются ионы железа и кобальта. Кобальт затем элюировали раствором 4 М HCl, а железо - 1 М HCl. Полученные растворы были оттитрованы комплексометрически. На титрование никеля было затрачено 19,53 мл трилона Б ($T_{Na_2H_2Edta} = 0,02051$ г/мл); на титрование кобальта - 4,81 мл 0,01 М раствора трилона Б ($K = 0,9906$).

- 1) Написать уравнения реакций.
- 2) Вычислить процентное содержание окислов в феррите.
- 3) Указать индикаторы, используемые при титровании и объяснить принцип их действия.

Задача 4 (9 баллов)

В условиях потенциостатической кулонометрии зависимость тока от времени электролиза определяется уравнением

$$I_{\tau} = I_0 \cdot e^{-k\tau}; \quad I_{\tau} = I_0 \cdot 10^{-k'\tau}; \quad k = 2,303k'$$

где I_{τ} - ток в момент времени; I_0 - ток в начале электролиза; k, k' - константы, зависящие от условий электролиза.

Один из способов потенциометрического кулонометрического анализа состоит в измерении тока, протекающего через ячейку при одновременном измерении времени электролиза.

При электролизе раствора, содержащего Fe^{3+} , получены следующие результаты:

t (с)	15	30	60	120	240	360
I (mA)	182	165	136	93	43	20

1) Предложите способы обработки экспериментальных результатов потенциметрической кулонометрии с целью расчета количества определенного вещества.

2) Рассчитайте количество железа в растворе по данным, приведенным в таблице.

3) Определите время электролиза, необходимое для того, чтобы провести электрохимическое окисление Fe^{3+} в исходном растворе, количество которого рассчитано в п. 2 на 99,5 %.

Задача 5 (10 баллов)

Каждое из двух соединений А и В реагирует в эфирном растворе с йодистым метилмагнием с выделением газа, который не обесцвечивает раствор брома. После того как выделение газа закончилось, добавили в обоих случаях стехиометрическое количество формальдегида и после гидролиза и нейтрализации (в отсутствие свободной кислоты) получили два вещества А и В, производные соответственно А и В. Соединение А гидратируется при 80 °С в присутствии соли ртути с образованием двух соединений С и D, которые нельзя разделить перегонкой в нейтральной среде, но которые очень хорошо разделяются при перегонке в кислой среде. Наиболее летучее соединение дает только один пик при газожидкостной хроматографии. После повторной конденсации с пористым метилмагнием оно образует вещество, которое по данным ПМР было идентифицировано как метилэтилвинилкарбинол. Соединение В при перегонке в кислой среде дает вещество Е, которое при озонолизе снова образует формальдегид и карбонильное соединение, ИК-спектр которого точно совпадает со спектром циклопентадиенона.

Идентифицируйте соединения А и В и объясните образование А, В, С, D, Е и метилэтилвинилкарбинола.

Задача 6 (8 баллов)

1) Димеризация 2-бутена в присутствии серной кислоты приводит к различным олефинам. Каков механизм их образования?

2) Озонолиз смеси образовавшихся олефинов дает разнообразные карбонильные соединения. Указать строение этих продуктов и расположить их в ряд в порядке уменьшения содержания в смеси.

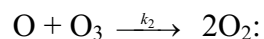
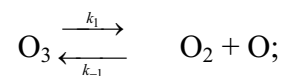
Задача 7 (9 баллов)

- 1) Предложите метод теоретического построения диаграмм кипения T - состав и состав пара - состав жидкости для идеальных бинарных растворов.
- 2) Рассчитайте температуру кипения смеси 36 г уксусной кислоты с 25,2 г воды при общем давлении 1,0 (760 мм. рт. ст.) и состав пара при этой температуре, если теплоты испарения уксусной кислоты и воды равны соответственно 42,8 и 40,9 кДж/моль, температура кипения веществ при стандартном давлении - 391,1 и 373 К. Систему считать идеальной.
- 3) Сравните результаты проведенных расчетов с табличными (см. справочник под ред. К. П. Мищенко, 1972, с. 99). Объяснить полученные результаты.

Задача 8 (9 баллов)

Для реакции разложения чистого озона до кислорода

$2\text{O}_3 \longrightarrow 3\text{O}_2$, протекающей по следующему механизму



- 1) Выведите кинетическое уравнение и покажите, какой вид принимает уравнение: а) в начале; б) в конце реакции.
- 2) Докажите, зависит ли энергия активации этой реакции: а) от концентрации реагента; б) от температуры.
- 3) Запишите возможный механизм этой реакции в присутствии оксида азота (II), если известно, что при взаимодействии оксида азота (II) с озоном образуется промежуточное соединение, и реакция по-прежнему протекает в две стадии.
- 4) Выведите кинетическое уравнение реакции в присутствии оксида азота (II).
Как повлияет введение оксида азота на кинетические параметры процесса (энергию активации, константы скорости)?

ОЛИМПИАДА-1988

Задача 1 (10 баллов)

- 1) Что произойдет, если в разбавленную соляную кислоту внести металлический хром или молибден?
- 2) Как из хрома получить безводный хлорид двухвалентного хрома?
- 3) Вытесняются ли хромом цинк и кобальт из их солей?
- 4) Как получить из оксида хрома (VI) следующее соединение:

а) $K_2Cr_2O_7$; б) K_2CrO_4 .

Задача 2 (8 баллов)

В двух растворах находятся эквивалентные количества солей - серной и угольной кислот: первой соли - 9,2 г, а второй - 10,36 г. При сливании этих растворов образовалось 9,32 г осадка, а при выпаривании фильтрата остается 5,28 г сухого вещества.

Какие соли были взяты в качестве исходных? Записать уравнение реакции (учтите возможность использования в качестве исходных средних, кислых и основных солей).

Задача 3 (8 баллов)

На титрование 100 мл воды с индикатором метиловым оранжевым израсходовали 2,00 мл раствора HCl ($T_{HCl} = 0,003686$). После кипячения 100 мл воды обработали 50,00 мл щелочной смеси ($NaOH + Na_2CO_3$), общая нормальная концентрация которой 0,09876. Раствор с осадком количественно перенесли в мерную колбу емкостью 200,0 мл и долили до метки водой. На титрование избытка щелочной смеси в 50,0 мл приготовленного раствора с метиловым оранжевым израсходовали 11,0 мл раствора HCl .

- 1 Присутствие каких солей создает временную и постоянную жесткость воды? Как устраняется жесткость воды?
- 2 Определить временную, постоянную и общую жесткость воды.
- 3 Привести способы определения жесткости воды. Написать уравнения реакций.

Задача 4 (9 баллов)

Для определения содержания фтора в водопроводной воде измерили потенциал фторид-селективного электрода ($E = 355$ мВ) относительно проточного хлор-серебряного электрода в пробе объемом 80 мл. После добавления к пробе 20 мл стандартного раствора фторида натрия с концентрацией $2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л потенциал индикаторного электрода составил 339 мВ. Измерения проведены при температуре 25 °С.

- 1 Рассчитать содержание фторид-ионов в водопроводной воде (мг/л).
- 2 Оценить относительную ошибку определения концентрации F^- , если погрешность измерения потенциала составляла ± 1 мВ.

Задача 5 (10 баллов)

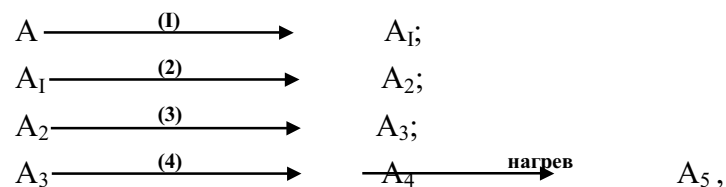
Исходя из нитробензола, осуществите серию реакций, в которых в каждой последующей используется соединение, полученное в предыдущей стадии, и следующие реактивы:

HBr (+Fe); NaNO₂ + HBr при 0 °C; Cu₂Br₂ (нагрев); затем Mg (+ сухой эфир); окись этилена, затем PBr₃; моноватриевое производное малонового эфира; H₂O + поташ, затем серная кислота; хлористый тионил, затем AlCl₃. Конечное соединение имеет молекулярную формулу C₁₀H₁₀O.

Напишите все последовательные реакции и изобразите структурную формулу конечного соединения.

Задача 6 (10 баллов)

Монокарбоновая кислота (A), а затем продукты ее превращения вводят в серию следующих последовательных превращений:



в которых были использованы следующие реагенты:

- (1) - этанол в присутствии серной кислоты при нагревании;
- (2) - диэтилглутарат в присутствии этилата натрия;
- (3) - вода в присутствии кислоты при нагревании;
- (4) - действие бромистого метилмагния и осторожный гидролиз
- (5) - соединение A₄ легко образует при нагревании лактон A₅, содержащий гем-диметильную группу.

Какова структурная формула соединений A, A₁, A₂, A₃, A₄, A₅?

Задача 7 (10 баллов)

Рассчитать теплоту образования диоксида серы SO₂ при стандартных условиях, если теплота возгонки серы до S₂ равна 129,1 кДж/моль, а волновые числа основного тона, первого и второго обертонов в колебательно-вращательных спектрах газообразной S₂, кислорода и связи SO в диоксиде серы, м⁻¹, равны:

Реагент	основной тон	первый обертон	второй обертон
S ₂	71,26·10 ³	143,35·10 ³	214,19·10 ³
O ₂	155,55·10 ³	308,70·10 ³	459,43·10 ³

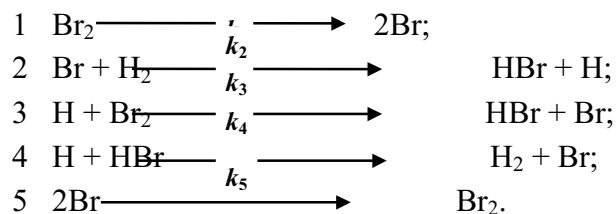
SO $111,08 \cdot 10^3$ $220,96 \cdot 10^3$ $329,62 \cdot 10^3$

Проанализируйте результаты расчета. Табличное значение

$\Delta_s H (\text{SO}_2) = -297,1$ кДж/моль.

Задача 8 (10 баллов)

Реакция образования HBr : $\text{H}_2 + \text{Br}_2 = 2\text{HBr}$ протекает по следующему механизму:



Энергии активации каждой стадии:

$E_1 = 189,5$ кДж/моль; $E_2 = 74,0$ кДж/моль; $E_3 = 5,04$ кДж/моль;

$E_4 = 5,04$ кДж/моль; $E_5 = 0$.

- 1 Пользуясь методом квазистационарных концентраций *Боденштейна*, выведите кинетическое уравнение для этой реакции.
- 2 Покажите, чему равен порядок реакции по реагентам:
 - а) в начале процесса, когда концентрация HBr мала;
 - б) в избытке бромистого водорода.
- 3 Рассчитайте энергию активации реакции:
 - а) в начале процесса;
 - б) в избытке бромистого водорода.
- 4 Является ли полученный (в п. 3) результат частным случаем или общей закономерностью?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. М.: Высш. шк., 1998. 743 с.
- 2 Глинка Н. Л. Общая химия / Под ред. В. А. Рабиновича. Л.: Химия, 1988. 704 с.
- 3 Хомченко Г. П., Цитович И. К. Неорганическая химия. М.: Высшая шк., 1987. 463 с.

- 4 Карапетьянц М. Х., Дракин С. И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия, 1993. 588 с.
- 5 Угай Я. Л. Общая и неорганическая химия. М.: Высш. шк., 1997. 527 с.
- 6 Князев Д. А., Смартыгин С. Н. Неорганическая химия. М.: Высш. шк., 1990. 429 с.
- 7 Петров А. А., Бальян Х. В., Трощенко А. Г. Органическая химия. М.: Высш. шк., 1981. 592 с.
- 8 Березин Б. Д., Березин Д. Б. Курс современной органической химии. М.: Высшая школа, 1999. 768 с.
- 9 Несмеянов А. Н., Несмеянов Н. А. Начала органической химии. В 2-х кн. М.: Химия, 1974. 1 кн.: 623 с. 2 кн.: 744 с.
- 10 Жданов Ю. А. Теория строения органических соединений. М.: Высшая школа, 1971. 288 с.

Учебное издание

**ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ
ПО ХИМИИ**

Методические указания

Составители: **АБАКУМОВА** Нина Алексеевна,
ПОПОВ Андрей Иванович

Редактор Т. М. Глинкина
Инженер по компьютерному макетированию
Г. Ю. Корабельникова

**ОЛИМПИАДНЫЕ
ЗАДАЧИ
ПО ХИМИИ**

Издательство ТГТУ