

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра общей и неорганической химии

**КОМПЛЕКС «ЗАДАЧ-ТОЧЕК», «ЗАДАЧ-ТРОПОК» И СИТУАЦИОННЫХ  
ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА» ДЛЯ  
ПОВЫШЕНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ 1 КУРСА  
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 4 курса 421 группы

направления 44.03.01 «Педагогическое образование» Профиль -

Химия

Института химии

---

Шагабутдинова Романа Ринатовича

---

Научный руководитель

доцент, к.х.н., доцент

Зав. кафедрой:

д.х.н., профессор

И. В. Кузнецова

И. Ю. Горячева

**Введение.** В настоящее время в системе высшего образования существует несколько проблем [1, 2]. Первая проблема появляется после окончания школы у учащегося, которому предстоит выбор направления и профессии, с которой он свяжет свою профессиональную жизнь. Она вызвана тем, что учащийся не может самостоятельно сделать выбор, поэтому зачастую слушает мнение родителей или общества, которые не рассматривают индивидуальные возможности будущего студента, а смотрят на престиж профессии и будущее финансовое состояние. Но выбор престижных специальностей порождает другую проблему. После выпуска и вручении диплома у студента нет возможности найти работу по специальности, т.к. появляется высокий конкурс на место.

Следующей проблемой является приоритет количества обучающихся в вузе над качеством обучения. Данная проблема вызвана стереотипом общества, который гласит, что каждому нужно получить высшее образование, и, с другой стороны, опасением вуза не пройти аккредитацию, если будет недобор студентов.

Третьей проблемой является загруженность учебной программы, которую необходимо освоить за короткий срок, в связи с чем преподаватели вынуждены поверхностно знакомить студентов с предметом, а оставшийся материал студентам нужно искать и осваивать самостоятельно.

Четвертой проблемой является появление в середине 1990-х годов гетерогенности студенческого контингента. Гетерогенность (неоднородность) – это существенные различия у студентов качества их знаний (академическая гетерогенность), а также различия в мотивационной составляющей их обучения (мотивационная гетерогенность). Также возник термин «необучаемые» студенты как социальный феномен высших учебных заведений.

Вышесказанные проблемы привели к девальвации самого понятия «высшее образование», а это негативно сказывается на обществе. Ведь известно, что образование сегодня – это будущее страны завтра. В данной работе мы рассмотрим одну из проблем – академическая гетерогенность и возможные пути ее решения на примере темы курса общей химии «Химическая термодинамика».

**Цель исследования:** составление банка задач-«точек», задач-«тропок» и ситуационных задач по теме «Химическая термодинамика» для повышения предметной подготовки первокурсников.

**Объект исследования:** предметная подготовка студентов 1 курса.

**Предмет исследования:** комплекс задач по теме «Химическая термодинамика» для повышения предметной подготовки первокурсников.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие **задачи:**

1. Изучить теоретические аспекты проблемы гетерогенности довузовской подготовки студентов на основе анализа психолого-педагогической, методической и учебной литературы по проблеме исследования.

2. Раскрыть содержание понятия «гетерогенность», выделить пути преодоления гетерогенности.

3. Составить банк задач по теме «Химическая термодинамика» для повышения предметной подготовки первокурсников.

Для решения поставленных задач и выполнения работы использовались следующие **методы исследования:**

- теоретические (анализ научной, психолого-педагогической и методической литературы по рассматриваемой проблеме);
- экспериментальные (наблюдение, исследовательская разработка).

Работа состоит из введения, обзора литературы, практической части, заключения и списка использованной литературы. Практическая часть включает разделы: проблемы при решении задач-«точек», «задачи-точки» для самостоятельной работы, задачи-«тропки» для самостоятельной работы и ситуационные задачи для самостоятельной работы. **Научная новизна** работы заключается в разработке уровневых и ситуационных задач по теме «Химическая термодинамика». Задачи подобного типа отсутствуют в учебной литературе. Поэтому данная работа является **актуальной**.

**Основное содержание работы.** Как следует из данных литературы в задачниках по общей химии [3] представлены задачи на применение закона Гесса, большей частью его второго следствия. Нами были выделены четыре основных

проблемы при решении таких задач-«точек»:

1. неверный выбор агрегатных состояний веществ;
2. отсутствие умения рассчитывать термодинамические функции реакций, протекающих в водных растворах, и преобразовывать уравнение к виду, пригодному для расчета;
3. указание неверных обозначений и размерностей термодинамических функций различных физико-химических процессов;
4. постановка цели расчета и формулирование химического вывода.

Смысл первой проблемы заключается в том, что студенты не понимают, что термодинамические функции – это функции состояния системы, в которых протекает физико-химический процесс. Типичная ошибка студентов, когда реакция протекает в водном растворе, а для расчетов используют значения для твердых агрегатных состояний веществ. Также эта проблема может быть вызвана «рассеянным» вниманием, так как агрегатное состояние может быть указано в самой реакции или в условии.

Для того, чтобы акцентировать внимание студентов на значимость агрегатного состояния веществ, правильные обозначения и размерности термодинамических функций мы составили набор задач на расчет термодинамических функций фазовых, полиморфных и аллотропных переходов. Их необходимо решать до расчета функций химической реакции, чтобы развить понимание влияния различных агрегатных состояний и аллотропных модификаций на значения термодинамических функций веществ. Далее, когда студенты поняли влияние агрегатного состояния и аллотропии на значения термодинамических функций, можно решать задачи на расчет термодинамических функций химических реакций между веществами, протекающих в твердой и газовой средах, а также в водных растворах.

Анализ текстов задач в задачнике по общей химии Н. Л. Глинки [3] показал наличие большого количества задач на расчет термодинамических функций реакций в твердо- и газофазных средах, а задач на растворы – нет. А при изучении неорганической химии (химии элементов), многие реакции протекают именно в

растворах. Но в справочной литературе большая часть данных относится к газообразному или твердому состоянию неорганических веществ. Отсюда вытекает следующая проблема: можно ли рассчитать функции жидкофазной реакции и, если да, то каким образом? Здесь необходимо привлечь внимание студентов к химизму реакций, протекающих в растворах, а именно, ионно-молекулярным реакциям, хорошо знакомым им из курса средней школы. А так как для многих ионов в растворах имеются справочные данные, то расчет становится возможным.

И последней проблемой является постановка цели расчета и формулирование химического вывода. Большая часть имеющихся задач требует сформулировать вывод о возможности протекания реакции в стандартных условиях. Но химическая термодинамика – это один из инструментов теоретического обоснования способов получения и свойств неорганических веществ. Поэтому целью подобных задач может являться не только определение типа реакции (эндо- или экзотермические), возможности протекания реакции, но и оценка кислотно-основных свойств соединений, сравнение свойств оксидов и гидроксидов в группах и периодах и многое другое. Кроме того, как показывают педагогические наблюдения, даже самые простые задачи-«точки» требуют пошагового формирования умений решать подобные задачи прежде, чем переходить к более сложному уровню.

### **1. Задачи на расчет термодинамических функций полиморфных и фазовых переходов**

Цели заданий:

- Сформировать понимание влияния агрегатного состояния веществ на расчет значений термодинамических функций и формулирование выводов.
- Сформировать понимание понятий «полиморфный переход», «аллотропный переход» и «фазовый переход» и различие между ними.
- Изучить обозначения и размерности термодинамических функций полиморфных, аллотропных и фазовых переходов.

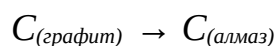
- Сформировать навык применения выражения следствия из закона Гесса к процессам полиморфных, аллотропных и фазовых переходов на примере неорганических веществ.
- Сформировать навык работы со справочными данными.

*Пример задания:*

Вычислите значения изменений термодинамических функций превращения графита в алмаз в стандартных условиях. Сформулируйте вывод о возможности этого превращения в стандартных условиях.

*Алгоритм решения:*

- Составьте схему процесса аллотропного перехода графита в алмаз:



- Запишите математическое выражение следствия из закона Гесса применительно к аллотропному переходу:

$$\Delta H^0_{298(\text{перехода})} = \Delta_f H^0_{298(\text{продуктов})} - \Delta_f H^0_{298(\text{исходных в-в})}$$

$$\Delta S^0_{298(\text{перехода})} = S^0_{298(\text{продуктов})} - S^0_{298(\text{исходных в-в})}$$

$$\Delta G^0_{298(\text{перехода})} = \Delta_f G^0_{298(\text{продуктов})} - \Delta_f G^0_{298(\text{исходных в-в})}$$

- Подставьте в выражение табличные данные стандартных значений изменения энтальпии образования веществ (графита и алмаза):

$$\Delta H^0_{298(\text{перехода})} = 1,828 \text{ кДж/моль} - 0 \text{ кДж/моль} = 1,828 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta S^0_{298(\text{перехода})} = 5,7 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль} - 2,36 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль} = 3,34 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$$

$$\Delta G^0_{298(\text{перехода})} = 2,883 \text{ кДж/моль} - 0 \text{ кДж/моль} = 2,883 \text{ кДж/моль}$$

- Вывод: Т.к. значение  $\Delta G^0_{298(\text{перехода})} > 0$ , следовательно, в стандартных условиях переход графита в алмаз невозможен.

## 2. Задачи на расчет термодинамических функций реакций, протекающих в водных растворах

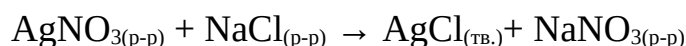
Цели заданий:

- Сформировать понимание химизма реакций, протекающих в водных растворах.

- Сформировать умения записывать ионно-молекулярные уравнения реакций.
- Изучить обозначения и размерности термодинамических функций химических реакций.
- Сформировать навык работы со справочными данными.

*Пример задания:*

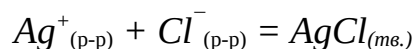
Вычислите значения изменений термодинамических функций реакции, протекающей в водном растворе в стандартных условиях. Сформулируйте вывод о возможности ее протекания в стандартных условиях.



*Алгоритм решения:*

- Обратите внимание, что в реакции участвуют растворы веществ, а в справочной литературе даны значения для твердых агрегатных состояний. В таком случае, как правило, для расчётов используют краткое ионное уравнение.

- Запишите краткое ионное уравнение:



- При необходимости расставьте коэффициенты в уравнении реакции.
- Установите, есть ли в справочной литературе значения термодинамических функций для всех веществ в указанном агрегатном состоянии. Если есть, выпишите их.

- Запишите выражения следствия из закона Гесса:

$$\Delta_r H^0_{298} = \sum(n \cdot \Delta_f H^0_{298(\text{продуктов})}) - \sum(n \cdot \Delta_f H^0_{298(\text{исходных в-в})})$$

$$\Delta_r S^0_{298} = \sum(n \cdot S^0_{298(\text{продуктов})}) - \sum(n \cdot S^0_{298(\text{исходных в-в})})$$

$$\Delta_r G^0_{298} = \sum(n \cdot \Delta_f G^0_{298(\text{продуктов})}) - \sum(n \cdot \Delta_f G^0_{298(\text{исходных в-в})}),$$

где  $n$  – это количество моль реагентов и продуктов реакции, равное стехиометрическим коэффициентам.

- Подставьте в выражения справочные данные стандартных значений термодинамических функций вещества и ионов:

$$\Delta_r H^0_{298} = 1 \text{ моль} \cdot (-127 \text{ кДж/моль}) - (1 \text{ моль} \cdot 106 \text{ кДж/моль} + (1 \text{ моль} \cdot (-167 \text{ кДж/моль}))) = -66 \text{ кДж}$$

$$\Delta_r S_{298}^0 = 1 \text{ моль} \cdot 96 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль} - (1 \text{ моль} \cdot 73 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль} + 1 \text{ моль} \cdot 56 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль}) = -33 \text{ Дж/К}$$

$$\Delta_r G_{298}^0 = 1 \text{ моль} \cdot (-110 \text{ кДж/моль}) - (1 \text{ моль} \cdot 77 \text{ кДж/моль} + (1 \text{ моль} \cdot (-131 \text{ кДж/моль}))) = -56 \text{ кДж}$$

• **Вывод:** Т.к. значение  $\Delta_r G_{298}^0 < 0$ , следовательно, в стандартных условиях протекание реакции возможно.

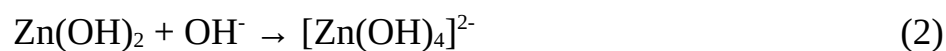
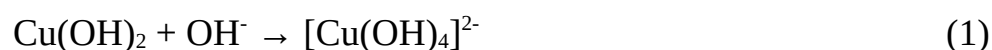
### 3. Задачи на сравнение кислотных и основных свойств амфотерных соединений

Цели заданий:

- На основании сравнения значений термодинамических функций сформировать умение сравнивать кислотные и основные свойства амфотерного соединения.
- На основании сравнения значений термодинамических функций сформировать умение сравнивать кислотные/ основные свойства двух и более амфотерных соединений.
- Сформировать навык работы со справочными данными.

*Пример задания:*

Рассчитайте  $\Delta_r G_{298}^0$  реакции взаимодействия гидроксидов меди (II) и цинка с гидроксид-ионами в растворе.



Сформулируйте вывод о кислотных свойствах этих гидроксидов. Сравните значения  $\Delta_r G_{298}^0$  этих реакций. Для какого из гидроксидов кислотные свойства выражены в большей степени и почему?

*Алгоритм решения:*

- *Напишите ионно-молекулярные уравнения и расставьте в них коэффициенты (при необходимости)*





• Укажите агрегатные состояния веществ.

• Установите, есть ли в справочной литературе значения термодинамических функций для всех веществ в указанном агрегатном состоянии. Если есть, выпишите их.

	$\text{Cu}(\text{OH})_2$ (тв.)	$[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ (р-р)	$\text{OH}^-$ (р-р)	$\text{Zn}(\text{OH})_2$ (тв.)	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ (р-р)
$\Delta_f G^0_{298}$ , кДж/моль	-359	-658	-157	-550	-871
ь					

• Запишите выражение следствия из закона Гесса:

$$\Delta_r G^0_{298} = \sum(n \cdot \Delta_f G^0_{298(\text{продуктов})}) - \sum(n \cdot \Delta_f G^0_{298(\text{исходных в-в})}),$$

где  $n$  – это количество моль реагентов и продуктов реакции, равное стехиометрическим коэффициентам.

• Подставьте в выражения справочные данные стандартных значений термодинамических функций вещества и ионов

$$\Delta_r G^0_{298 (1)} = -658 \text{ кДж/моль} - (-359 \text{ кДж/моль} + 2 \text{ моль} * (-157 \text{ кДж/моль})) = 15 \text{ кДж}$$

$$\Delta_r G^0_{298 (2)} = -871 \text{ кДж/моль} - (-550 \text{ кДж/моль} + 2 \text{ моль} * (-157 \text{ кДж/моль})) = -7 \text{ кДж}$$

• Сформулируйте выводы.

Выводы:

1. Реакция (1) запрещена в стандартных условиях.
2. Реакция (2) разрешена в стандартных условиях.
3. Т.к.  $\Delta_r G^0_{298 (1)} > \Delta_r G^0_{298 (2)}$ , то кислотные свойства более характерны для гидроксида цинка, чем для гидроксида меди (II).

#### 4. Ситуационные задачи для самостоятельной работы

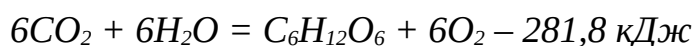
Пример задания:

В хлоропластах растений происходит синтез глюкозы и кислорода из углекислого газа и воды под действием света. Растения переводят глюкозу в крахмал, который является их запасным питательным веществом или в

целлюлозу, для построения клеточной стенки. В результате реакции синтеза глюкозы поглощается 281,8 кДж энергии. Исходя из значений  $\Delta_f H^0_{298}$  углекислого газа, воды и кислорода, вычислите  $\Delta_f H^0_{298}$  глюкозы (в кДж/моль).

*Алгоритм решения:*

- *Напишите уравнения реакций, описанных в задании, и расставьте коэффициенты (при необходимости):*



- *Установите, есть ли в справочной литературе значения термодинамических функций для всех веществ в указанном агрегатном состоянии. Если есть, выпишите их.*

	CO <sub>2</sub> (газ)	H <sub>2</sub> O (ж.)	O <sub>2</sub> (газ)
$\Delta_f H^0_{298}$ , кДж/моль	-393	-286	0

- *Запишите выражение следствия из закона Гесса:*

$$\Delta_r H^0_{298} = \sum(n \cdot \Delta_f H^0_{298(\text{продуктов})}) - \sum(n \cdot \Delta_f H^0_{298(\text{исходных в-в})})$$

- *Подставьте известные значения в формулу:*

$$-281,8 \text{ кДж} = \Delta_f H^0_{298} (\text{глюкозы}) - (6 \text{ моль} * (-393 \text{ кДж/моль}) + 6 \text{ моль} * (-286 \text{ кДж/моль}))$$

- *Проведите необходимые математические действия, для нахождения искомого:*

$$\Delta_f H^0_{298} (\text{глюкозы}) = 281,8 \text{ кДж} - (6 \text{ моль} * (-393 \text{ кДж/моль}) + 6 \text{ моль} * (-286 \text{ кДж/моль})) = -4 \text{ 355,8 кДж/моль}$$

**Заключение.** Решение проблемы академической гетерогенности студентов 1 курса университета возможно различными методами, такими как, сообучение, дообучение, дифференцированное обучение, обучение на основе рейтинговой системы, индивидуальное обучение отстающих и т.п. Но педагогические наблюдения показали, что более эффективным в малых группах является организация образовательного процесса на основе уровневого обучения. Для химических дисциплин одним из важных умений, способствующих достижению

глубоких знаний, развитию логического мышления, умению постановки проблемы является решение расчетных задач. Задачи, как и знания, бывают различных уровней сложности: «точки», «дорожки», «тропки», «сетки», «деревья». Так как изучение темы «Химическая термодинамика» начинается только в ВУЗе на 1 курсе, где наиболее значимо проявляется познавательно-образовательная гетерогенность довузовской подготовки, то очевидно, что начинать надо с решения простых задач («точек»), постепенно повышая уровень сложности. Максимальный уровень каждого студента индивидуален и будет определяться показателями его обученности и обучаемости.

Были выявлены основные проблемы при решении «задач-точек»:

1. неверный выбор агрегатных состояний веществ;
2. отсутствие умения рассчитывать термодинамические функции реакций, протекающих в водных растворах, и преобразовывать уравнение к виду, пригодному для расчета;
3. применение неверных обозначений и размерностей термодинамических функций различных физико-химических процессов;
4. непонимание цели расчета и химического вывода.

Для преодоления выявленных проблем были составлены по 10 заданий с алгоритмами их решения и закрепляющими контрольными вопросами, что должно обеспечить стабильный положительный воспроизводимый результат и переход к заданиям повышенной сложности. Для повышения мотивации и познавательной активности были составлены 8 ситуационных задач.

#### **Список использованных источников**

1. Баранова, И. М. Современные проблемы высшей школы: массовизация, гетерогенность, необучаемость / И. М. Баранова, В. Б. Пугин // Дискуссия. – 2017. – №. 10 (84). – С. 74-79.
2. Абрамович, А. Ю. Основные проблемы высшей школы глазами современного студента / А. Ю. Абрамович // Ярославский педагогический вестник. – 2016. – №. 4. – С. 303-304.
3. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: учеб.-практич.

пособие для бакалавров / Н. Л. Глинка, под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. – 14-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2014 – 236 с.