

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Высшая школа общей и прикладной физики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 15 от 24.12.2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Химия

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Фундаментальная физика

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2026 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.05 Химия относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-2: Способен применять в научно-исследовательской деятельности профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин	ПК-2.1: Демонстрация способности применять в научно-исследовательской деятельности профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин	ПК-2.1: ПК-2. Способен применять в научно-исследовательской деятельности профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин ПК-2.1: Демонстрация способности применять в научноисследовательской деятельности профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин ПК-2.1: Знать строение атома, строение вещества, основные классы неорганических и органических веществ, методы их получения, физические и химические свойства, промышленное применение, типы химических реакций, включая окислительно-восстановительные, электрохимические, основные понятия термодинамики и кинетики реакций, катализа. Уметь использовать периодическую систему Д.И. Менделеева, справочные материалы и указанные выше химические знания для оценки физических свойств, стабильности, токсичности и	Задачи	Зачёт с оценкой: Задачи

		ре-акционной способности химических веществ, поведения их в растворах, расплавах, для определения возможности использования при изучении физических явлений и при создании композиционных материалов. Владеть навыком использовать полученные знания при необходимости при проведении теоретических и/или экспериментальных физических исследований.		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	23
Промежуточная аттестация	0 Зачёт с оценкой

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Тема 1. Общая и неорганическая химия	17	4	8	12	5
Тема 2. Физическая химия	18	4	8	12	6

Тема 3. Органическая химия	18	4	8	12	6
Тема 4. Химические основы жизни	18	4	8	12	6
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	32	49	23

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Общая и неорганическая химия

Тема 2. Физическая химия

Тема 3. Органическая химия

Тема 4. Химические основы жизни

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

а) основная литература:

1. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Юрайт, 2011. – 886 с. -16 экз.
2. Травень В.Ф. Органическая химия. 2006. Том 1 -727 с. -38 экз. Том 2 -583 с -39 экз.

б) дополнительная литература:

1. Карякин Н.В. Химическая термодинамика. Т. 1. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 1991. - 196 с. - 52 экз
2. Карякин Н.В. Химическая термодинамика. Т. 2. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 1992. - 191 с. - 52 экз
3. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл-Пресс, 2009. – 728 с. -58 экз.
4. Нейланд О.Я. Органическая химия: [учебник для хим. специальностей вузов]. - М.: Высшая школа, 1990. - 750 с. -58 экз.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

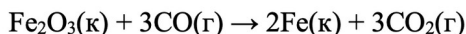
1. Богомоллова И.В., Макарихина С.С. Органическая химия [Электронный ресурс] - М.: ФЛИНТА, 2013. - 365 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976517059.html>
2. Мушкамбаров Н.Н. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс]: учебник для медицинских вузов (с задачами и решениями). - 4-е изд., стер. -М.: ФЛИНТА, 2015. - 455 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859976522954.html>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Задание 1. Рассчитайте стандартную энтальпию реакции



при температуре 298 К, если известны стандартные энтальпии участников реакции при той же температуре:

Вещество	Fe ₂ O ₃ , к	CO, г	Fe, к	CO ₂ , г
Δ _f H°, кДж/моль	-821.32	-110.50	0	-393.51

Решение:

Согласно первому следствию из закона Гесса

$$\Delta_r H^\circ = 2\Delta_f H^\circ(\text{Fe}, \text{к}) + 3\Delta_f H^\circ(\text{CO}_2, \text{г}) - \Delta_f H^\circ(\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{к}) - 3\Delta_f H^\circ(\text{CO}, \text{г}) = \\ = -3 \cdot 393.51 - (-821.32) - 3 \cdot (-110.50) = -27.71 \text{ кДж/моль.}$$

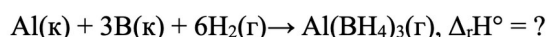
Задание 2. Рассчитайте стандартную энтальпию образования газообразного боргидрида алюминия (Al(BH₄)₃) при температуре 298 К, если известны:

- энтальпия сгорания жидкого боргидрида алюминия
 $\Delta_c H^\circ(298, \text{Al}(\text{BH}_4)_3, \text{ж}) = -989.1 \text{ ккал/моль,}$
- стандартные энтальпии образования
 $\Delta_f H^\circ(298, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{к}) = -399.09 \text{ ккал/моль,}$
 $\Delta_f H^\circ(298, \text{B}_2\text{O}_3, \text{к}) = -303.00 \text{ ккал/моль,}$
 $\Delta_f H^\circ(298, \text{H}_2\text{O}, \text{ж}) = -68.32 \text{ ккал/моль.}$

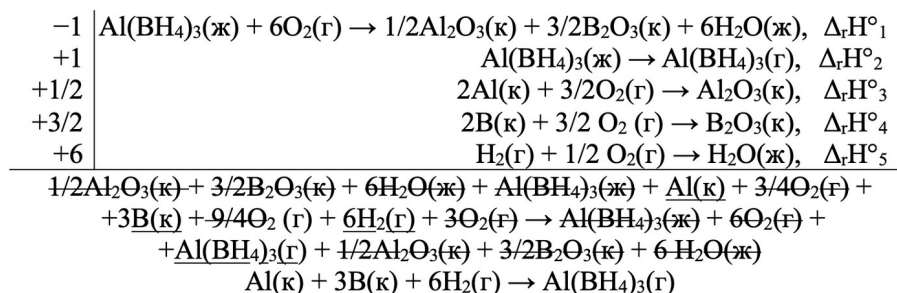
Энтальпия испарения боргидрида алюминия равна 7.2 ккал/моль.

Решение:

1) Запишем уравнение реакции образования газообразного боргидрида алюминия из простых веществ:



2) Запишем термохимические уравнения для всех указанных в условии задачи процессов и составим из них цикл Гесса таким образом, чтобы получилось термохимическое уравнение искомой реакции:



3) Все, что было выполнено с термохимическими уравнениями, необходимо сделать с энтальпиями этих реакций:

$$\Delta_r H^\circ = -\Delta_r H^\circ_1 + \Delta_r H^\circ_2 + 1/2\Delta_r H^\circ_3 + 3/2\Delta_r H^\circ_4 + 6\Delta_r H^\circ_5 = \\ = -\Delta_c H^\circ(\text{Al}(\text{BH}_4)_3, \text{ж}) + \Delta_v H^\circ(\text{Al}(\text{BH}_4)_3) + 1/2\Delta_f H^\circ(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{к}) + \\ + 3/2\Delta_f H^\circ(\text{B}_2\text{O}_3, \text{к}) + \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{ж}) = -67.7 \text{ ккал/моль.}$$

Задание 3. Для реакции $A + B \rightarrow D$ начальные концентрации веществ А и В равны 2 моль/л и 3 моль/л, соответственно. Скорость реакции равна $1.2 \cdot 10^{-3}$ моль/(л·с) при $C(A) = 1.5$ моль/л. Рассчитайте константу скорости и скорость реакции при $C(B) = 1.5$ моль/л.

Решение:

Запишем закон действующих масс.

$$w = k \cdot [A]^1[B]^1$$

Составим баланс:

	А	В	Д
было	2	3	0
прореагировало	-0.5	-0.5	+0.5
стало	1.5	2.5	0.5

$$k = \frac{w}{[A][B]} = \frac{1.2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л} \cdot \text{С}}}{1.5 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}} \cdot 2.5 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}}$$

$$k = 3.2 \cdot 10^{-4} \text{ л / моль} \cdot \text{с}$$

2)

	А	В	Д
было	2	3	0
прореагировало	-1.5	-1.5	+1.5
стало	0.5	1.5	1.5

$$W = 3.2 \cdot 10^{-4} \text{ л/моль} \cdot \text{с} \cdot 0.5 \text{ моль/л} \cdot 1.5 \text{ моль/л} = 2.4 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л} \cdot \text{с}$$

Задание 4. С помощью правила Вант-Гоффа вычислите, при какой температуре реакция закончится через 15 мин, если при 20°C на это требуется 2 ч. Температурный коэффициент скорости реакции равен 3.

Решение:

Используем правило Вант-Гоффа:

$$\frac{W(T_2)}{W(T_1)} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

$$\gamma = 3;$$

T_1 – искомая величина;

$$T_2 = (20 + 273) = 293 \text{ К};$$

$$t_1 = 15 \text{ мин};$$

$$t_2 = 2 \text{ ч} = 120 \text{ мин}.$$

Считая время обратно пропорциональным скорости реакции, получим:

$$\frac{W(T_2)}{W(T_1)} = \frac{\frac{1}{t_2}}{\frac{1}{t_1}} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{15}{120} = 0.125$$

Выполняем подстановку в правило Вант-Гоффа:

$$\frac{W(T_2)}{W(T_1)} = 0.125 = 3^{\frac{293 - T_1}{10}}$$

Прологарифмируем обе части полученного выражения и найдем T_1 :

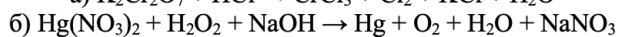
$$\ln 0.125 = \frac{293 - T_1}{10} \cdot \ln 3$$

$$-2.07944 \cdot 10 = (293 - T_1) \cdot 1.0986$$

$$-18.928 = 293 - T_1$$

$$T_1 = 293 + 18.928 = 311.928 \text{ К} = \underline{38.9 \text{ °C}}$$

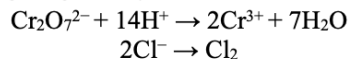
Задание 5. Расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.



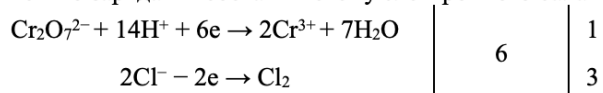
Решение:

а) 1. Ион $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ содержит хром в его высшей степени окисления, следовательно, может выступать только в роли окислителя. Ионы Cl^- могут только окисляться, т.к. хлор имеет самую низшую степень окисления.

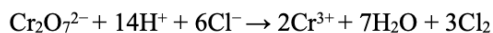
2. Составим уравнение каждой полуреакции, в зависимости от среды. Учитывая, что среда кислая (HCl), в ту часть, где меньше кислорода добавляем воду, в противоположную – ионы H^+ .



3. Уравняем по зарядам и составим схему электронного баланса.



4. Сложим полученные электронно-ионные уравнения с учетом коэффициентов.

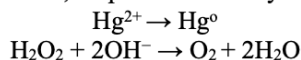


5. Расставим коэффициенты в исходном уравнении. Проведем проверку подобранных коэффициентов по числу атомов элементов в левой и правой частях уравнения.

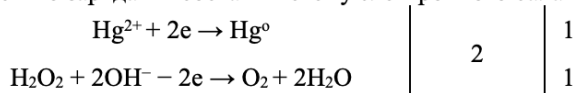


б) 1. В нитрате ртути (II) ртуть содержится в ее высшей степени окисления, следовательно, может выступать только в роли окислителя. Если ион Hg^{2+} будет выступать в роли окислителя, то пероксид водорода – в роли восстановителя.

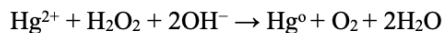
2. Составим уравнение каждой полуреакции, в зависимости от среды. Учитывая, что среда щелочная (NaOH), среда щелочная, то в ту часть, где меньше кислорода добавляем ионы OH^- , в противоположную – воду.



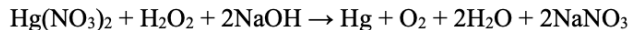
3. Уравняем по зарядам и составим схему электронного баланса.



4. Сложим полученные электронно-ионные уравнения с учетом коэффициентов.



5. Расставим коэффициенты в исходном уравнении. Проведем проверку подобранных коэффициентов по числу атомов элементов в левой и правой частях уравнения.



Задание 6. 10 г гидроксида натрия растворили в 15 г воды ($\rho_{\text{р-ра}} = 1.28 \text{ г/мл}$). Определите массовую долю, молярную концентрацию, растворимость вещества в растворе при данной температуре, если раствор насыщенный.

Решение:

1. Найдём массу, объём раствора и количество вещества гидроксида натрия.

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = m_{\text{в-ва}} + m_{\text{р-ля}} = (10 + 15) \text{ г} = 25 \text{ г}$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{р-ра}}}{\rho_{\text{р-ра}}} = \frac{25 \text{ г}}{1.28 \text{ г/мл}} = 19.53 \text{ мл} = 0.01953 \text{ л}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{10 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0.25 \text{ моль}$$

2. Найдём растворимость, массовую долю, молярную концентрацию вещества в растворе.

s г NaOH растворяется в 100 г воды

10 г NaOH растворяется в 15 г воды

$$s = \frac{10 \cdot 100}{15} = 66.67 \text{ г}$$

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{10 \text{ г}}{25 \text{ г}} \cdot 100\% = 0.4 (40\%)$$

$$C(\text{NaOH}) = \frac{n_{\text{в-ва}}}{V_{\text{р-ра}}} = \frac{0.25 \text{ моль}}{0.01953 \text{ л}} = 12.8 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все

Оценка	Критерии оценивания
	задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки и. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Продемонстрированы основные умения. Решены	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все

	умений вследствие отказа обучающегося от ответа	основные умения. Имели место грубые ошибки	типичные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

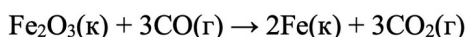
Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2

Задание 1. Рассчитайте стандартную энтальпию реакции



при температуре 298 К, если известны стандартные энтальпии участников реакции при той же температуре:

Вещество	Fe ₂ O ₃ , к	CO, г	Fe, к	CO ₂ , г
$\Delta_f H^\circ$, кДж/моль	-821.32	-110.50	0	-393.51

Решение:

Согласно первому следствию из закона Гесса

$$\begin{aligned} \Delta_r H^\circ &= 2\Delta_f H^\circ(\text{Fe}, \text{к}) + 3\Delta_f H^\circ(\text{CO}_2, \text{г}) - \Delta_f H^\circ(\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{к}) - 3\Delta_f H^\circ(\text{CO}, \text{г}) = \\ &= -3 \cdot 393.51 - (-821.32) - 3 \cdot (-110.50) = -27.71 \text{ кДж/моль.} \end{aligned}$$

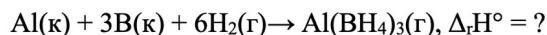
Задание 2. Рассчитайте стандартную энтальпию образования газообразного боргидрида алюминия (Al(BH₄)₃) при температуре 298 К, если известны:

- энтальпия сгорания жидкого боргидрида алюминия
 $\Delta_c H^\circ(298, \text{Al}(\text{BH}_4)_3, \text{ж}) = -989.1 \text{ ккал/моль,}$
- стандартные энтальпии образования
 $\Delta_f H^\circ(298, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{к}) = -399.09 \text{ ккал/моль,}$
 $\Delta_f H^\circ(298, \text{B}_2\text{O}_3, \text{к}) = -303.00 \text{ ккал/моль,}$
 $\Delta_f H^\circ(298, \text{H}_2\text{O}, \text{ж}) = -68.32 \text{ ккал/моль.}$

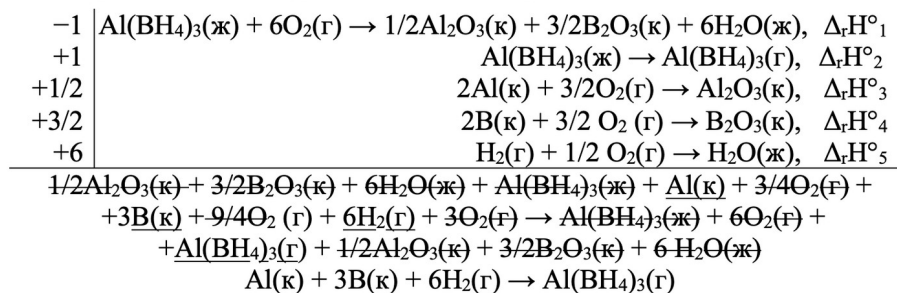
Энтальпия испарения боргидрида алюминия равна 7.2 ккал/моль.

Решение:

1) Запишем уравнение реакции образования газообразного боргидрида алюминия из простых веществ:



2) Запишем термохимические уравнения для всех указанных в условии задачи процессов и составим из них цикл Гесса таким образом, чтобы получилось термохимическое уравнение искомой реакции:



3) Все, что было выполнено с термохимическими уравнениями, необходимо сделать с энтальпиями этих реакций:

$$\begin{aligned} \Delta_r H^\circ &= -\Delta_r H^\circ_1 + \Delta_r H^\circ_2 + 1/2\Delta_r H^\circ_3 + 3/2\Delta_r H^\circ_4 + 6\Delta_r H^\circ_5 = \\ &= -\Delta_c H^\circ(\text{Al}(\text{BH}_4)_3, \text{ж}) + \Delta_v H^\circ(\text{Al}(\text{BH}_4)_3) + 1/2\Delta_f H^\circ(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{к}) + \\ &+ 3/2\Delta_f H^\circ(\text{B}_2\text{O}_3, \text{к}) + \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{ж}) = -67.7 \text{ ккал/моль.} \end{aligned}$$

Задание 3. Для реакции $A + B \rightarrow D$ начальные концентрации веществ A и B равны 2 моль/л и 3 моль/л, соответственно. Скорость реакции равна $1.2 \cdot 10^{-3}$ моль/(л·с) при $C(A) = 1.5$ моль/л. Рассчитайте константу скорости и скорость реакции при $C(B) = 1.5$ моль/л.

Решение:

Запишем закон действующих масс.

$$w = k \cdot [A]^1[B]^1$$

Составим баланс:

	A	B	D
было	2	3	0
прореагировало	-0.5	-0.5	+0.5
стало	1.5	2.5	0.5

$$k = \frac{w}{[A][B]} = \frac{1.2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л} \cdot \text{С}}}{1.5 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}} \cdot 2.5 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}}$$

$$k = 3.2 \cdot 10^{-4} \text{ л / моль} \cdot \text{с}$$

2)

	A	B	D
было	2	3	0
прореагировало	-1.5	-1.5	+1.5
стало	0.5	1.5	1.5

$$W = 3.2 \cdot 10^{-4} \text{ л/моль} \cdot \text{с} \cdot 0.5 \text{ моль/л} \cdot 1.5 \text{ моль/л} = 2.4 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л} \cdot \text{с}$$

Задание 4. С помощью правила Вант-Гоффа вычислите, при какой температуре реакция закончится через 15 мин, если при 20°C на это требуется 2 ч. Температурный коэффициент скорости реакции равен 3.

Решение:

Используем правило Вант-Гоффа:

$$\frac{W(T_2)}{W(T_1)} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

$$\gamma = 3;$$

T_1 – искомая величина;

$$T_2 = (20 + 273) = 293 \text{ К};$$

$$t_1 = 15 \text{ мин};$$

$$t_2 = 2 \text{ ч} = 120 \text{ мин}.$$

Считая время обратно пропорциональным скорости реакции, получим:

$$\frac{W(T_2)}{W(T_1)} = \frac{\frac{1}{t_2}}{\frac{1}{t_1}} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{15}{120} = 0.125$$

Выполняем подстановку в правило Вант-Гоффа:

$$\frac{W(T_2)}{W(T_1)} = 0.125 = 3^{\frac{293 - T_1}{10}}$$

Прологарифмируем обе части полученного выражения и найдем T_1 :

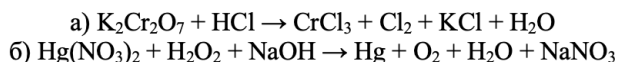
$$\ln 0.125 = \frac{293 - T_1}{10} \cdot \ln 3$$

$$-2.07944 \cdot 10 = (293 - T_1) \cdot 1.0986$$

$$-18.928 = 293 - T_1$$

$$T_1 = 293 + 18.928 = 311.928 \text{ К} = \underline{38.9 \text{ }^\circ\text{C}}$$

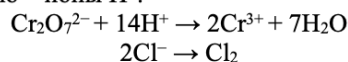
Задание 5. Расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.



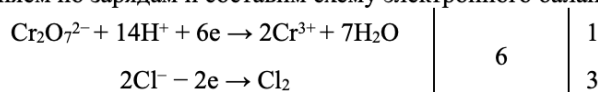
Решение:

а) 1. Ион $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ содержит хром в его высшей степени окисления, следовательно, может выступать только в роли окислителя. Ионы Cl^- могут только окисляться, т.к. хлор имеет самую низшую степень окисления.

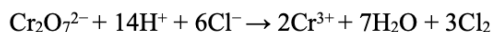
2. Составим уравнение каждой полуреакции, в зависимости от среды. Учитывая, что среда кислая (HCl), в ту часть, где меньше кислорода добавляем воду, в противоположную – ионы H^+ .



3. Уравняем по зарядам и составим схему электронного баланса.



4. Сложим полученные электронно-ионные уравнения с учетом коэффициентов.

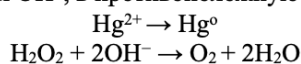


5. Расставим коэффициенты в исходном уравнении. Проведем проверку подобранных коэффициентов по числу атомов элементов в левой и правой частях уравнения.

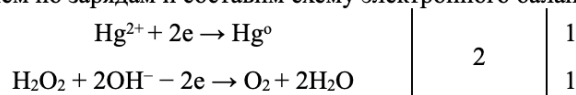


б) 1. В нитрате ртути (II) ртуть содержится в ее высшей степени окисления, следовательно, может выступать только в роли окислителя. Если ион Hg^{2+} будет выступать в роли окислителя, то пероксид водорода – в роли восстановителя.

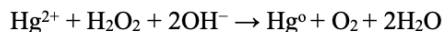
2. Составим уравнение каждой полуреакции, в зависимости от среды. Учитывая, что среда щелочная (NaOH), среда щелочная, то в ту часть, где меньше кислорода добавляем ионы OH^- , в противоположную – воду.



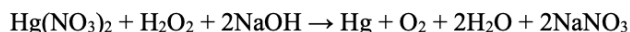
3. Уравняем по зарядам и составим схему электронного баланса.



4. Сложим полученные электронно-ионные уравнения с учетом коэффициентов.



5. Расставим коэффициенты в исходном уравнении. Проведем проверку подобранных коэффициентов по числу атомов элементов в левой и правой частях уравнения.



Задание 6. 10 г гидроксида натрия растворили в 15 г воды ($\rho_{\text{р-ра}} = 1.28$ г/мл). Определите массовую долю, молярную концентрацию, растворимость вещества в растворе при данной температуре, если раствор насыщенный.

Решение:

1. Найдём массу, объём раствора и количество вещества гидроксида натрия.

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = m_{\text{в-ва}} + m_{\text{р-ля}} = (10 + 15) \text{ г} = 25 \text{ г}$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{р-ра}}}{\rho_{\text{р-ра}}} = \frac{25 \text{ г}}{1.28 \text{ г/мл}} = 19.53 \text{ мл} = 0.01953 \text{ л}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{10 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0.25 \text{ моль}$$

2. Найдём растворимость, массовую долю, молярную концентрацию вещества в растворе.

s г NaOH растворяется в 100 г воды

10 г NaOH растворяется в 15 г воды

$$s = \frac{10 \cdot 100}{15} = 66.67 \text{ г}$$

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{10 \text{ г}}{25 \text{ г}} \cdot 100\% = 0.4 (40\%)$$

$$C(\text{NaOH}) = \frac{n_{\text{в-ва}}}{V_{\text{р-ра}}} = \frac{0.25 \text{ моль}}{0.01953 \text{ л}} = 12.8 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные

Оценка	Критерии оценивания
	умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Глинка Н. Л. Общая химия : учеб. для бакалавров / под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - ISBN 978-5-9916-2715-3 : 656.00., 5 экз.
2. Травень Валерий Федорович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Химическая технология и биотехнология" и хим.-технол. направлениям подготовки дипломированных специалистов : в 2 т. - М. : ИКЦ "Академкнига", 2006-. - (Учебник для вузов). Органическая химия. Т. 1. - 2006. - 727 с. : ил. - ISBN 5-94628-068-6 : 298.31., 36 экз.

Дополнительная литература:

1. Химическая термодинамика : учеб. пособие. Т. 2. Термодинамика растворов. Химическое равновесие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 1992. - 191 с. : ил. - 200.00., 51 экз.
2. Химическая термодинамика : учеб. пособие. Т. 1. Основные понятия. Фазовые равновесия / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 1991. - 196 с. - 45.00., 52 экз.
3. Нейланд Ояр Янович. Органическая химия : [учебник для хим. специальностей вузов]. - М. :

Высшая школа, 1990. - 750, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-001471-1 (в пер.) : 2.00., 55 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Богомолова И.В., Макарихина С.С. Органическая химия [Электронный ресурс] - М.: ФЛИНТА, 2013. - 365 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976517059.html>
2. Мушкамбаров Н.Н. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс]: учебник для медицинских вузов (с задачами и решениями). - 4-е изд., стер. -М.: ФЛИНТА, 2015. - 455 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859976522954.html>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории. Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Маркин Алексей Владимирович, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Викторов Михаил Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.02.2026, протокол № 5.