

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СУРАЖСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО - АГРАРНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

**КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ЕН 01. ХИМИЯ**

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**
- 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ**
- 3. ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Область применения комплекта оценочных средств

Комплект оценочных средств (КОС) предназначен для оценки результатов освоения учебной дисциплины ЕН. 01.«Химия».

КОС включает контрольные материалы для проведения текущего контроля и аттестации в форме экзамена.

КОС разработан на основании положений:

- основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки специальности СПО **43.02.15 Поварское и кондитерское дело** и программы учебной дисциплины ЕН. 01. «Химия».

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания) представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты обучения

Результаты освоения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результата и их критерии	Тип задания; № задания	Форма аттестации (в соответствии с учебным планом)
У.1 Выполнять расчеты электродных потенциалов, электродвижущей силы (э. д. с.) гальванических элементов;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области расчётов электродных потенциалов и ЭДС. <i>критерии:</i> названы основные применяемые в области расчётов электрохимии.	Устный опрос ; Итоговый тест ; Практическое занятие	Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен
У.2 Находить в справочной литературе показатели физико-химических свойств веществ и их соединений;	<i>показатели:</i> описание назначения и состава физико-химических свойств веществ и их соединений <i>критерии:</i> перечислено не менее пяти физико-химических свойств веществ и их соединений; продемонстрирован порядок нахождения в справочной литературе показателей физико-химических свойств; названы правила работы со справочной литературой	Устный опрос Итоговый тест Практические занятия	Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен
У.3 Определять концентрацию реагирующих веществ и скорость реакций;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области концентрации реагирующих веществ и скорости реакции; <i>критерии:</i> описаны правила определения концентрации реагирующих веществ и скорости реакции	Самостоятельная работа Итоговый тест Практические занятия	Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения самостоятельной работы. Экзамен
У.4 Строить фазовые диаграммы;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области фазовых диаграмм <i>критерии:</i> описаны правила построения фазовых диаграмм	Устный опрос ; Итоговый тест ; Практическое занятие	Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы.

			Экзамен
У.5 Производить расчеты: параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий при расчете параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия <i>критерии:</i> описаны правила расчетов параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия	Устный опрос ; Итоговый тест ; Практическое занятие	Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен
У.6 Рассчитывать тепловые эффекты и скорость химических реакций;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области скорости химических реакций <i>критерии:</i> описаны правила расчета тепловых эффектов и скорости химических реакций	Устный опрос ; Итоговый тест ; Практическое занятие	Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен
У.7 Определять параметры каталитических реакций;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области каталитических реакций <i>критерии:</i> описаны правила определения параметров каталитических реакций	Устный опрос ; Итоговый тест ; Практическое занятие	Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен
3.1 Знать закономерности протекания химических и физико-химических процессов;	<i>показатели:</i> изложение существующих закономерностей протекания химических и физико-химических процессов; <i>критерии:</i> названы основные закономерности протекания химических и физико-химических процессов	Тест Итоговый тест Практические занятия	Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен
3.2 Знать законы идеальных газов	<i>показатели:</i> изложение основных законов идеальных газов <i>критерии:</i> перечислены основные законы идеальных газов	Тест Итоговый тест Практические занятия	Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен
3.3 Знать	<i>показатели:</i> изложение	Устный опрос	Оценка по результатам

механизм действия катализаторов;	основных механизмов действия катализаторов; <i>критерии:</i> перечислены особенности механизма действия катализаторов	Итоговый тест Практические занятия	устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен
3.4 Знать механизмы гомогенных и гетерогенных реакций;	<i>показатели:</i> описание механизма гомогенных и гетерогенных реакций <i>критерии:</i> описаны требования к гомогенным и гетерогенным реакциям;	Тест Итоговый тест Практические занятия	Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен
3.5 Знать основы физической и коллоидной химии, химической кинетики, электрохимии, химической термодинамики и термохимии;	<i>показатели:</i> изложение основ физической и коллоидной химии, химической кинетики, электрохимии, химической термодинамики и термохимии <i>критерии:</i> указано назначение химической кинетики, электрохимии, химической термодинамики и термохимии	Самостоятельная работа Итоговый тест Практические занятия	Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения самостоятельной работы. Экзамен
3.6 Знать основные методы интенсификации физико-химических процессов;	<i>показатели:</i> описание основных методов интенсификации физико-химических процессов; <i>критерии:</i> описаны требования и методы интенсификации физико-химических процессов;	Устный опрос ; Итоговый тест ; Практическое занятие	Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен
3.7 Знать свойства агрегатных состояний веществ;	<i>показатели:</i> описание основных свойства агрегатных состояний веществ; <i>критерии:</i> перечислены основные свойства агрегатных состояний веществ	Устный опрос ; Итоговый тест ; Практическое занятие	Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен
3.8 Знать сущность и механизм катализа;	<i>показатели:</i> изложение сущности и механизма катализа; <i>критерии:</i> описание механизма катализа	Устный опрос ; Итоговый тест ; Практическое занятие	Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам в

			<p>выполнения практической работы. Экзамен</p>
<p>3.9 Знать схемы реакций замещения и присоединения; условия химического равновесия;</p>	<p><i>показатели:</i> изложение существующих схем реакций замещения и присоединения; условия химического равновесия;; <i>критерии:</i> названы основные закономерности протекания реакций замещения и присоединения, условия химического равновесия</p>	<p>Устный опрос ; Итоговый тест ; Практическое занятие</p>	<p>Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен</p>
<p>3.10 Знать физико-химические методы анализа веществ, применяемые приборы;</p>	<p><i>показатели:</i> описание физико-химических методов анализа веществ, применяемые приборы <i>критерии:</i> описаны требования к физико-химическим методам анализа веществ, применяемые приборы</p>	<p>Устный опрос ; Итоговый тест ; Практическое занятие</p>	<p>Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен</p>
<p>3.11 Знать физико-химические свойства сырьевых материалов и продуктов</p>	<p><i>показатели:</i> описание физико-химических свойств сырьевых материалов и продуктов <i>критерии:</i> описаны требования к физико-химическим свойствам сырьевых материалов и продуктов</p>	<p>Устный опрос ; Итоговый тест ; Практическое занятие</p>	<p>Оценка по результатам устного опроса. Оценка по результатам тестирования. Оценка по результатам выполнения практической работы. Экзамен</p>

1. ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Пакет экзаменатора

3.1 Вопросы для устного опроса (дифференцированный зачет)

Ответить на контрольные вопросы:

- 1 Основные понятия термодинамики: система, внутренняя энергия, теплота, работа, молярная теплоёмкость.
- 2 Первый закон термодинамики, его уравнение.
- 3 Работа термодинамических процессов: изобарический, изохорический, изотермический, адиабатический.
- 4 Теплота образования, плавления, испарения, растворения, нейтрализации.
- 5 Закон Гесса. Следствия закона Гесса. Расчёты теплоты образования по закону Гесса.
6. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.
- 7 Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины. Энтропия как мера необратимости процесса
8. Электродный потенциал
9. Уравнение Нернста
10. Принцип действия гальванического элемента
11. Электроды сравнения
12. Электрохимический ряд напряжений металлов
13. Потенциометрия
14. Составление гальванических элементов
15. Электролиз
16. Законы электролиза
17. Применение электролиза
18. Химические источники электрического тока
19. Электрохимическая коррозия
20. Эквивалентная электропроводность
21. Закон Кольрауша
22. Составление уравнений электролиза
- 23 Дисперсная среда и дисперсная фаза. Классификация дисперсных систем.
- 24 Очистка золей. Кинетические свойства золей.
- 25 Оптические свойства золей. Опалесценция. Микроскопия золей.
- 26 Поверхностные явления. Пограничное натяжение.
- 27 Адсорбция. Уравнение Гиббса. Поверхностная активность.
- 28 Строение частиц золей. Ядро, гранула, мицелла.
- 29 Коагуляция. Седиментационный анализ.
- 30 Сущность процесса коагуляции, коагуляция электролитами.
- 31 Пептизация, строение глинистых частиц.
- 32 Электрокинетические явления. Общий и электрокинетический потенциал. Электроосмос и электрофорез.
- 33 Состояние высокомолекулярных соединений: стеклообразное, высокоэластичное, вязкотекучее.
- 34 Специфические свойства растворов высокомолекулярных соединений. Высаливание полимеров из их растворов.
- 35 Лиотропные ряды. Понятия о полуколлоидах.

36 Силикагель. Поглонительные свойства силикагеля. Использование силикагеля в качестве адсорбента.

3.1.1 Условия выполнения

1. Время на выполнение: 60 мин.
2. Оборудование учебного кабинета:
 - посадочные места по количеству обучающихся;
 - рабочее место преподавателя;
 - комплект учебно-наглядных пособий по предмету.
 - мультимедийные и видеоматериалы;
 - компьютер с лицензионным программным обеспечением;
 - интерактивная доска;
 - мультимедиапроектор.

3.1.2 Перечень объектов контроля и оценки

Перечень объектов контроля и оценки представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень объектов контроля и оценки

Наименование объектов контроля и оценки	Основные показатели оценки результата	Оценка да/нет
У.1 Выполнять расчеты электродных потенциалов, электродвижущей силы (э. д. с.) гальванических элементов;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области расчётов электродных потенциалов и ЭДС. <i>критерии:</i> названы основные применяемые в области расчётов электрохимии.	да
У.2 Находить в справочной литературе показатели физико-химических свойств веществ и их соединений;	<i>показатели:</i> описание назначения и состава физико-химических свойств веществ и их соединений <i>критерии:</i> перечислено не менее пяти физико-химических свойств веществ и их соединений; продемонстрирован порядок нахождения в справочной литературе показателей физико-химических свойств; названы правила работы со справочной литературой	да
У.3 Определять концентрацию реагирующих веществ и скорость реакций;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области концентрации реагирующих веществ и скорости реакции; <i>критерии:</i> описаны правила определения концентрации реагирующих веществ и скорости реакции	да
У.4 Строить фазовые диаграммы;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области фазовых диаграмм <i>критерии:</i> описаны правила построения фазовых диаграмм	да
У.5 Производить расчеты: параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий при расчете параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия <i>критерии:</i> описаны правила расчетов параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия	да

У.6 Рассчитывать тепловые эффекты и скорость химических реакций;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области скорости химических реакций <i>критерии:</i> описаны правила расчета тепловых эффектов и скорости химических реакций	да
У.7 Определять параметры каталитических реакций;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области каталитических реакций <i>критерии:</i> описаны правила определения параметров каталитических реакций	да

3.1.3 Оценка образовательных достижений

Оценка результатов устного ответа осуществляется по следующим критериям:

- оценка «отлично» - обучающийся полно и правильно изложил теоретический вопрос. Выявленные знания соответствуют объему и глубине их раскрытия;
- оценка «хорошо» - обучающийся правильно изложил теоретический вопрос, но недостаточно полно раскрыл суть вопроса или допустил незначительные неточности. На заданные экзаменатором дополнительные вопросы ответил правильно;
- оценка «удовлетворительно» - обучающийся смог частично раскрыть теоретический вопрос. На заданные экзаменатором дополнительные вопросы ответил не полностью;
- оценка «неудовлетворительно» - обучающийся не раскрыл теоретический вопрос. На заданные экзаменаторами вопросы не смог дать удовлетворительный ответ.

3.2 Текст для самостоятельной работы

Примерные расчетные задачи экзаменационных билетов

Физическая химия. Основы термодинамики.

Пример 1. Рассчитайте изменение внутренней энергии гелия (одноатомный идеальный газ) при изобарном расширении от 5 до 10 л под давлением 196 кПа.

Решение. $p_1 = p_2 = 196$ кПа, $V_1 = 5$ л, $V_2 = 10$ л. Начальная и конечная температуры: $T_1 = p_1 V_1 / nR$, $T_2 = p_2 V_2 / nR$. Изменение внутренней энергии идеального газа определяется только начальной и конечной температурой ($C_V = 3/2 nR$ - идеальный одноатомный газ):

$$U = C_V (T_2 - T_1) = 3/2 nR (T_2 - T_1) = 3/2 (p_2 V_2 - p_1 V_1) = 3/2 (10 \cdot 196 - 5 \cdot 196) = 1470 \text{ Дж.}$$

Ответ. 1470 Дж.

Пример 2. Используя первый закон и определение теплоемкости, найдите разность изобарной и изохорной теплоемкостей для произвольной термодинамической системы.

Решение. В определение теплоемкости подставим дифференциальное представление первого закона и используем соотношение для внутренней энергии как функции температуры и объема:

Отсюда при постоянном давлении получаем:

Пример 3. Один моль ксенона, находящийся при 25 оС и 2 атм, расширяется адиабатически: а) обратимо до 1 атм, б) против давления 1 атм. Какой будет конечная температура в каждом случае?

Решение. а) Исходный объем ксенона ($n = 1$):

$$V_1 = nRT_1 / p_1 = 0.082 \cdot 298 / 2 = 12.2 \text{ л.}$$

Конечный объем можно найти из уравнения адиабаты (для одноатомного идеального газа $\gamma = C_p / C_v = 5/3$):

$$p_1 V_1^{5/3} = p_2 V_2^{5/3}$$

$$V_2 = V_1 \cdot (p_1/p_2)^{3/5} = 12.2 \cdot 2^{3/5} = 18.5 \text{ л.}$$

Конечную температуру находим по уравнению состояния идеального газа ($p_2 = 1$ атм):

$$T_2 = p_2 V_2 / nR = 18.5 / 0.082 = 225 \text{ К.}$$

б) При необратимом расширении против постоянного внешнего давления уравнение адиабаты неприменимо, поэтому надо воспользоваться первым законом термодинамики. Работа совершается за счет убыли внутренней энергии:

$$A = -U = nC_v(T_1 - T_2),$$

где $n = 1$, $C_v = 3/2 R$ (одноатомный идеальный газ). Работа расширения против постоянного внешнего давления p_2 равна:

$$A = p_2(V_2 - V_1) = nRT_2 - p_2 V_1.$$

Приравняв последние два выражения, находим температуру T_2 :

$$T_2 = (nC_v T_1 + p_2 V_1) / (nC_v + nR) = 238 \text{ К.}$$

Температура выше, чем при обратимом расширении, т.к. в обратимом случае совершается большая работа, расходуется больше внутренней энергии и температура понижается на большую величину.

Ответ. а) 225 К; б) 238 К.

Пример 4. Один моль водяных паров обратимо и изотермически сконденсировали в жидкость при 100 оС. Рассчитайте работу, теплоту, изменение внутренней энергии и энтальпии в этом процессе. Удельная теплота испарения воды при 100 оС равна 2260 Дж/г.

Решение. В процессе



произошло обратимое сжатие газа при постоянном давлении $p = 1$ атм от объема $V_1 = nRT / p = 0.082 \cdot 373 = 30.6$ л до объема одного моля жидкой воды $V_2 \sim 0.018$ л. Работа сжатия при постоянном давлении равна:

$$A = p(V_2 - V_1) = -101.3 \text{ кПа} \cdot 30.6 \text{ л} = -3100 \text{ Дж.}$$

При испарении одного моля воды затрачивается теплота 2260 Дж/г $18 \text{ г} = 40700$ Дж, поэтому при конденсации одного моля воды эта теплота, напротив, выделяется в окружающую среду:

$$Q = -40700 \text{ Дж.}$$

Изменение внутренней энергии можно рассчитать по первому закону:

$$U = Q - A = -40700 - (-3100) = -37600 \text{ Дж,}$$

а изменение энтальпии - через изменение внутренней энергии:

$$H = U + (pV) = U + pV = U + A = Q = -40700 \text{ Дж.}$$

Изменение энтальпии равно теплоте, т.к. процесс происходит при постоянном давлении.

Ответ. $A = -3100$ Дж, $Q = H = -40700$ Дж, $U = -37600$ Дж.

ЗАДАЧИ

1. Газ, расширяясь от 10 до 16 л при постоянном давлении 101.3 кПа, поглощает 126 Дж теплоты. Определите изменение внутренней энергии газа.
2. Определите изменение внутренней энергии, количество теплоты и работу, совершаемую при обратимом изотермическом расширении азота от 0.5 до 4 м³ (начальные условия: температура 26.8оС, давление 93.2 кПа).
3. Один моль идеального газа, взятого при 25 оС и 100 атм, расширяется обратимо и изотермически до 5 атм. Рассчитайте работу, поглощенную теплоту, U и H .
4. Рассчитайте изменение энтальпии кислорода (идеальный газ) при изобарном расширении от 80 до 200 л при нормальном атмосферном давлении.
5. Какое количество теплоты необходимо для повышения температуры 16 г кислорода от 300 до 500 К при давлении 1 атм? Как при этом изменится внутренняя энергия?
6. Объясните, почему для любой термодинамической системы $C_p > C_V$.
7. Чайник, содержащий 1 кг кипящей воды, нагревают до полного испарения при нормальном давлении. Определите A , Q , U , H для этого процесса. Мольная теплота испарения воды 40.6 кДж/моль.
8. Определите конечную температуру и работу, необходимую для адиабатического сжатия азота от 10 л до 1 л, если начальные температура и давление равны 26.8 оС и 101.3 кПа, соответственно.
9. Три моля идеального одноатомного газа ($C_V = 3.0$ кал/(моль. К)), находящегося при $T_1 = 350$ К и $P_1 = 5$ атм, обратимо и адиабатически расширяются до давления $P_2 = 1$ атм. Рассчитайте конечные температуру и объем, а также совершенную работу и изменение внутренней энергии и энтальпии в этом процессе.
10. Система содержит 0.5 моль идеального одноатомного газа ($C_V = 3.0$ кал/(моль. К)) при $P_1 = 10$ атм и $V_1 = 1$ л. Газ расширяется обратимо и адиабатически до давления $P_2 = 1$ атм. Рассчитайте начальную и конечную температуру, конечный объем, совершенную работу, а также изменение внутренней энергии и энтальпии в этом процессе. Рассчитайте эти величины для соответствующего изотермического процесса.
11. Рассчитайте количество теплоты, необходимое для нагревания воздуха в квартире общим объемом 600 м³ от 20 оС до 25 оС. Примите, что воздух - это идеальный двухатомный газ, а давление при исходной температуре нормальное. Найдите U и H для процесса нагревания воздуха.

12. Человеческий организм в среднем выделяет 104 кДж в день благодаря метаболическим процессам. Основным механизмом потери этой энергии - испарение воды. Какую массу воды должен ежедневно испарять организм для поддержания постоянной температуры? Удельная теплота испарения воды - 2260 Дж/г. На сколько градусов повысилась бы температура тела, если бы организм был изолированной системой? Примите, что средняя масса человека - 65 кг, а теплоемкость равна теплоемкости жидкой воды.

13. Один моль паров брома обратимо и изотермически сконденсировали в жидкость при 59 оС. Рассчитайте работу, теплоту, изменение внутренней энергии и энтальпии в этом процессе. Удельная теплота испарения брома при 59 оС равна 184.1 Дж/г.

14. Один моль идеального одноатомного газа вступает в следующий замкнутый цикл:

Процесс 1 2 - изотермический, 3 1 - адиабатический. Рассчитайте объемы состояний 2 и 3, а также температуры состояний 1, 2 и 3, считая стадии 1 2 и 3 1 обратимыми. Рассчитайте U и H для каждой стадии.

15. Придумайте циклический процесс с идеальным газом, состоящий из четырех стадий. Изобразите этот процесс в координатах $p - V$. Рассчитайте полное изменение внутренней энергии, а также теплоту и совершенную газом работу.

16. Один моль фтороуглерода расширяется обратимо и адиабатически вдвое по объему, при этом температура падает от 298.15 до 248.44 К. Чему равно значение CV ?

17. Докажите соотношение (2.16) для работы обратимого адиабатического процесса.

18. Один моль метана, взятый при 25 оС и 1 атм, нагрет при постоянном давлении до удвоения объема. Мольная теплоемкость метана дается выражением:
 $C_p = 5.34 + 0.0115 \cdot T$ кал/(моль · К).

Рассчитайте U и H для этого процесса. Метан можно считать идеальным газом.

19. Выведите уравнение для обратимого адиабатического сжатия неидеального газа, если уравнение состояния одного моля газа имеет вид:
 $p(V-b) = RT$.

20*. Используя уравнение состояния и первый закон термодинамики, выведите уравнение адиабаты для газа Ван-дер-Ваальса.

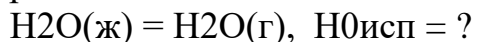
ПРИМЕРЫ

Пример 1. Стандартные энтальпии образования жидкой и газообразной воды при 298 К равны -285.8 и -241.8 кДж/моль, соответственно. Рассчитайте энтальпию испарения воды при этой температуре.

Решение. Энтальпии образования соответствуют следующим реакциям:



Вторую реакцию можно провести в две стадии: сначала сжечь водород с образованием жидкой воды по первой реакции, а затем испарить воду:



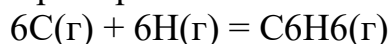
Тогда, согласно закону Гесса,



откуда $\Delta H^\circ_{\text{исп}} = -241.8 - (-285.8) = 44.0$ кДж/моль.

Ответ. 44.0 кДж/моль.

Пример 2. Рассчитайте энтальпию реакции



а) по энтальпиям образования; б) по энергиям связи, в предположении, что двойные связи в молекуле C_6H_6 фиксированы.

Решение. а) Энтальпии образования (в кДж/моль) находим в справочнике (например, P.W. Atkins, Physical Chemistry, 5th edition, pp. C9-C15): $\Delta H^\circ_f(\text{C}_6\text{H}_6(\text{г})) = 82.93$, $\Delta H^\circ_f(\text{C}(\text{г})) = 716.68$, $\Delta H^\circ_f(\text{H}(\text{г})) = 217.97$. Энтальпия реакции равна:

$$\Delta H^\circ_{\text{р}} = 82.93 - 6 \cdot 716.68 - 6 \cdot 217.97 = -5525 \text{ кДж/моль.}$$

б) В данной реакции химические связи не разрываются, а только образуются. В приближении фиксированных двойных связей молекула C_6H_6 содержит 6 связей С-Н, 3 связи С-С и 3 связи С=С. Энергии связей (в кДж/моль) (P.W. Atkins, Physical Chemistry, 5th edition, p. C7): $E(\text{С-Н}) = 412$, $E(\text{С-С}) = 348$, $E(\text{С=С}) = 612$. Энтальпия реакции равна:

$$\Delta H^\circ_{\text{р}} = -(6 \cdot 412 + 3 \cdot 348 + 3 \cdot 612) = -5352 \text{ кДж/моль.}$$

Разница с точным результатом -5525 кДж/моль обусловлена тем, что в молекуле бензола нет одинарных связей С-С и двойных связей С=С, а есть 6 ароматических связей С-С.

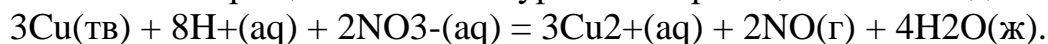
Ответ. а) -5525 кДж/моль; б) -5352 кДж/моль.

Пример 3. Пользуясь справочными данными, рассчитайте энтальпию реакции



при 298 К.

Решение. Сокращенное ионное уравнение реакции имеет вид:



По закону Гесса, энтальпия реакции равна:

$$\Delta H^\circ_{\text{р}} = 4 \Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}(\text{ж})) + 2 \Delta H^\circ_f(\text{NO}(\text{г})) + 3 \Delta H^\circ_f(\text{Cu}^{2+}(\text{ақ})) - 2 \Delta H^\circ_f(\text{NO}_3^-(\text{ақ}))$$

(энтальпии образования меди и иона H^+ равны, по определению, 0). Подставляя значения энтальпий образования (P.W. Atkins, Physical Chemistry, 5th edition, pp. C9-C15), находим:

$$\Delta H^\circ_{\text{р}} = 4 \cdot (-285.8) + 2 \cdot 90.25 + 3 \cdot 64.77 - 2 \cdot (-205.0) = -358.4 \text{ кДж}$$

(в расчете на три моля меди).

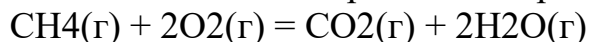
Ответ. -358.4 кДж.

Пример 4. Рассчитайте энтальпию сгорания метана при 1000 К, если даны энтальпии образования при 298 К: $\Delta H^\circ_f(\text{CH}_4) = -17.9$ ккал/моль, $\Delta H^\circ_f(\text{CO}_2) = -94.1$

ккал/моль, $fH_0(H_2O(g)) = -57.8$ ккал/моль. Теплоемкости газов (в кал/(моль·К)) в интервале от 298 до 1000 К равны:

$$C_p(CH_4) = 3.422 + 0.0178 \cdot T, \quad C_p(O_2) = 6.095 + 0.0033 \cdot T, \\ C_p(CO_2) = 6.396 + 0.0102 \cdot T, \quad C_p(H_2O(g)) = 7.188 + 0.0024 \cdot T.$$

Решение. Энтальпия реакции сгорания метана



при 298 К равна:

$$= -94.1 + 2(-57.8) - (-17.9) = -191.8 \text{ ккал/моль.}$$

Найдем разность теплоемкостей как функцию температуры:

$$C_p = C_p(CO_2) + 2 C_p(H_2O(g)) - C_p(CH_4) - 2 C_p(O_2) = \\ = 5.16 - 0.0094T \text{ (кал/(моль·К)).}$$

Энтальпию реакции при 1000 К рассчитаем по уравнению Кирхгофа:

$$-191800 + 5.16(1000-298) - 0.0094(1000^2-298^2)/2 = -192500 \text{ ккал/моль.}$$

Ответ. -192.5 ккал/моль.

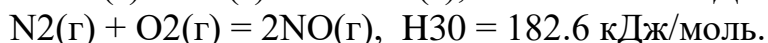
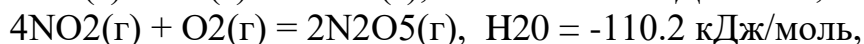
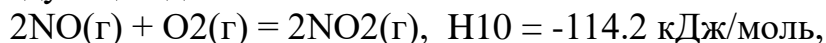
ЗАДАЧИ

1. Сколько тепла потребуется на перевод 500 г Al (т.пл. 658 оС, $H_{0пл} = 92.4$ ккал/г), взятого при комнатной температуре, в расплавленное состояние, если $C_p(Al_{тв}) = 0.183 + 1.096 \cdot 10^{-4}T$ ккал/(г·К)?

2. Стандартная энтальпия реакции $CaCO_3(тв) = CaO(тв) + CO_2(g)$, протекающей в открытом сосуде при температуре 1000 К, равна 169 кДж/моль. Чему равна теплота этой реакции, протекающей при той же температуре, но в закрытом сосуде?

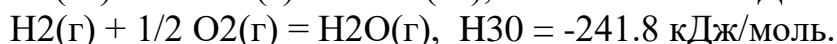
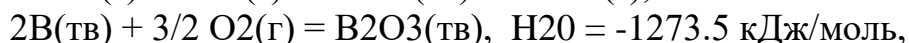
3. Рассчитайте стандартную внутреннюю энергию образования жидкого бензола при 298 К, если стандартная энтальпия его образования равна 49.0 кДж/моль.

4. Рассчитайте энтальпию образования $N_2O_5(g)$ при $T = 298$ К на основании следующих данных:

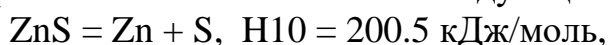


5. Энтальпии сгорания -глюкозы, -фруктозы и сахарозы при 25 оС равны -2802, -2810 и -5644 кДж/моль, соответственно. Рассчитайте теплоту гидролиза сахарозы.

6. Определите энтальпию образования диборана $B_2H_6(g)$ при $T = 298$ К из следующих данных:



7. Рассчитайте теплоту образования сульфата цинка из простых веществ при $T = 298$ К на основании следующих данных:

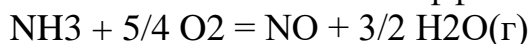


8. Найдите rH_{0298} для реакции

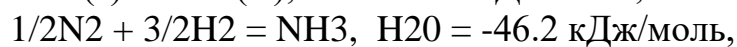


если известны теплоты сгорания метана ($\Delta H_f^\circ(\text{CH}_4) = -890.6 \text{ кДж/моль}$), хлорметана ($\Delta H_f^\circ(\text{CH}_3\text{Cl}) = -689.8 \text{ кДж/моль}$), водорода ($\Delta H_f^\circ(\text{H}_2) = -285.8 \text{ кДж/моль}$) и теплота образования HCl ($\Delta H_f^\circ(\text{HCl}) = -92.3 \text{ кДж/моль}$).

9. Рассчитайте тепловой эффект реакции



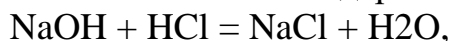
при $T = 298 \text{ К}$, если известны следующие данные:



10. При взаимодействии 10 г металлического натрия с водой $\Delta H_{298} = -79.91 \text{ кДж}$, а при взаимодействии 20 г оксида натрия с водой $\Delta H_{298} = -76.76 \text{ кДж}$. Вода берется в большом избытке. Рассчитайте теплоту образования оксида натрия $\Delta H_{298}(\text{Na}_2\text{O})$, если $\Delta H_{298}(\text{H}_2\text{Oж}) = -285.8 \text{ кДж/моль}$.

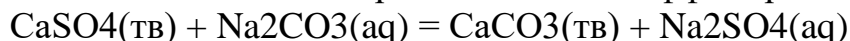
11. Энергия связи в молекуле H_2 равна 432.1 кДж/моль , а энергия связи в молекуле N_2 равна 945.3 кДж/моль . Какова энтальпия атомизации аммиака, если энтальпия образования аммиака равна -46.2 кДж/моль ?

12. Рассчитайте стандартный тепловой эффект реакции нейтрализации



протекающей в водном растворе при 298 К .

13. Рассчитайте стандартный тепловой эффект реакции



при 298 К .

14. Напишите уравнение Кирхгофа для реакции, протекающей при постоянном объеме.

15. Зависимость теплового эффекта реакции $\text{CH}_3\text{OH}(\text{г}) + 3/2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$ от температуры выражается уравнением:

$$(\text{Дж}) =$$

Рассчитайте изменение теплоемкости C_p для этой реакции при 500 К .

16. Стандартная энтальпия образования $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{тв})$ при 298 К равна -1675 кДж/моль . Рассчитайте стандартную энтальпию образования $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{тв})$ при 800 К , если даны мольные теплоемкости (в $\text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$):

$$C_p(\text{Al}) = 20.67 + 12.39 \cdot 10^{-3}T, C_p(\text{O}_2) = 31.46 + 3.39 \cdot 10^{-3}T - 3.77 \cdot 10^5T^{-2},$$

$$C_p(\text{Al}_2\text{O}_3) = 114.56 + 12.89 \cdot 10^{-3}T - 34.31 \cdot 10^5T^{-2}.$$

17. Энтальпия диссоциации карбоната кальция при 900 оС и давлении 1 атм равна 178 кДж/моль . Выведите уравнение зависимости энтальпии реакции от температуры и рассчитайте количество теплоты, поглощенное при разложении 1 кг карбоната кальция при 1000 оС и 1 атм , если даны мольные теплоемкости (в $\text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$):

$$C_p(\text{CaCO}_3(\text{тв})) = 104.5 + 21.92 \cdot 10^{-3}T - 25.94 \cdot 10^5T^{-2},$$

$$C_p(\text{CaO}(\text{тв})) = 49.63 + 4.52 \cdot 10^{-3}T - 6.95 \cdot 10^5T^{-2},$$

$$C_p(\text{CO}_2(\text{г})) = 44.14 + 9.04 \cdot 10^{-3}T - 8.53 \cdot 10^5T^{-2}$$

Время на выполнение: 90 мин.

3.2.2. Перечень объектов контроля и оценки

Перечень объектов контроля и оценки представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Перечень объектов контроля и оценки

Наименование объектов контроля и оценки	Основные показатели оценки результата	Оценка да/нет
У.1 Выполнять расчеты электродных потенциалов, электродвижущей силы (э. д. с.) гальванических элементов;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области расчётов электродных потенциалов и ЭДС. <i>критерии:</i> названы основные применяемые в области расчётов электрохимии.	да
У.2 Находить в справочной литературе показатели физико-химических свойств веществ и их соединений;	<i>показатели:</i> описание назначения и состава физико-химических свойств веществ и их соединений <i>критерии:</i> перечислено не менее пяти физико-химических свойств веществ и их соединений; продемонстрирован порядок нахождения в справочной литературе показателей физико-химических свойств; названы правила работы со справочной литературой	да
У.3 Определять концентрацию реагирующих веществ и скорость реакций;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области концентрации реагирующих веществ и скорости реакции; <i>критерии:</i> описаны правила определения концентрации реагирующих веществ и скорости реакции	да
У.4 Строить фазовые диаграммы;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области фазовых диаграмм <i>критерии:</i> описаны правила построения фазовых диаграмм	да
У.5 Производить расчеты: параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий при расчете параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия <i>критерии:</i> описаны правила расчетов параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия	да
У.6 Рассчитывать тепловые эффекты и скорость химических реакций;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области скорости химических реакций <i>критерии:</i> описаны правила расчета тепловых эффектов и скорости химических реакций	да
У.7 Определять параметры каталитических реакций;	<i>показатели:</i> изложение основных понятий в области каталитических реакций <i>критерии:</i> описаны правила определения параметров каталитических реакций	да

3.2.3 Оценка образовательных достижений

Оценка выполнения самостоятельной работы осуществляется по схеме:

- оценка «отлично» - правильно и точно выполнены все задания самостоятельной работы;
- оценка «хорошо» - правильно выполнены все задания самостоятельной работы, но с несущественными замечаниями;
- оценка «удовлетворительно» - правильно выполнено одно задание самостоятельной работы;
- оценка «неудовлетворительно» - не выполнены задания самостоятельной работы.