

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:
директор института естествознания и стандартизации



И.Ю.Мезин

«27» 02 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия

Специальность 21.05.04 Горное дело
Специализация Обогащение полезных ископаемых

Уровень высшего образования – специалитет


Форма обучения
очная

Институт	естествознания и стандартизации
Кафедра	физической химии и химической технологии
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО специальности 21.05.04 Горное дело утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10. 2016 г. N 1298 для Специализации Обогащение полезных ископаемых

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физической химии и химической технологии 27 февраля 2017 г. (протокол №7)

Зав. кафедрой  /А.Н.Смирнов/


Рабочая программа одобрена методической комиссией института Естествознания и стандартизации 27 февраля 2017 г. (протокол №7)

Председатель  /И.Ю.Мезин/


Согласовано:
Зав. кафедрой геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых

 / Гришин И.А. /

Рабочая программа составлена:

доц. каф. ФХ и ХТ, к.т.н.
 /Н.Ю.Свечникова/

Рецензент:

доцент кафедры технологий
металлургии и литейных процессов, к.т.н.
 Харченко А.С. /

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физическая химия» является:

достижение возможности описывать временной ход химических физико-химических процессов на основе исходных свойств систем и веществ их составляющих, а также конечный результат соответствующих процессов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Целью освоения дисциплины «Физическая химия» является:

достижение возможности описывать временной ход химических физико-химических процессов на основе исходных свойств систем и веществ их составляющих, а также конечный результат соответствующих процессов.

Дисциплина «Физическая химия» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины «Физическая химия» необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения таких дисциплин как:

- Б1.Б.8 «Физика»,
- Б1.Б.11 «Химия»,
- Б1.Б.7 «Математика».

Знания умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы при изучении дисциплины

Б1.В.04 Флотационный метод обогащения.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Физическая химия» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций
ОК-1 - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	
Знать	основные понятия и законы физической химии
Уметь:	определять термодинамические характеристики химических реакций
Владеть:	методами предсказания протекания возможных химических реакций
ОПК-4 - готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр	
Знать	основные параметры проведения физико-химических исследований
Уметь:	выбрать параметры проведения физико-химических исследований
Владеть:	навыками проведения физико-химических исследований

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55,9 акад. часов:
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 52,1 акад. часов.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Предмет и методы, понятия и задачи физической химии Химическая термодинамика. Законы термодинамики.	5	7	5/2	-	15	Подготовка к лабораторно-практическому занятию №1, работа с библиографическим материалами	Лабораторная работа №1, устный опрос	ОК-1 – зув, ОПК-4 – зув
Химическое и фазовое равновесие	5	7	-	-	15	работа с библиографическим материалами	устный опрос	ОК-1 – зув, ОПК-4 – зув
Термодинамическая теория растворов	5	7	8/2	-	10	Подготовка к лабораторному занятию №2, работа с библиографическим материалами	Лабораторная работа №2, устный опрос	ОК-1 – зув, ОПК-4 – зув
Поверхностные явления.	5	15	5/2	-	12,1	Подготовка к лабораторному занятию №3, работа с библиографическим материалами, выполнение РГР №1 «Адсорбции», подготовка к контрольной работе	Лабораторная работа №3, устный опрос, сдача РГР №1 «Адсорбция», контрольная работа	ОК-1 – зув, ОПК-4 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Итого за семестр	5	36	18/6	-	52,1		зачет	
Итого по дисциплине	5	36	18/6	-	52,1		зачет	

5 Образовательные и информационные технологии

Образовательные технологии – это целостная модель образовательного процесса, системно определяющая структуру и содержание деятельности обеих сторон этого процесса (преподавателя и студента), имеющая целью достижение планируемых результатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологичность учебного процесса состоит в том, чтобы сделать учебный процесс полностью управляемым.

Основными признаками образовательной технологии в ее современном понимании являются:

- детальное описание образовательных целей;
- поэтапное описание (проектирование) способов достижения заданных результатов-целей;
- использование обратной связи с целью корректировки образовательного процесса;
- гарантированность достигаемых результатов;
- воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя;
- оптимальность затрачиваемых ресурсов и усилий.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков 1. **Традиционные образовательные технологии** ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Перечень лабораторных работ

1. Определение интегральной теплоты растворения соли

2. Третий компонент
3. Адсорбция

РГР №1 «ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ»

ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ

При адсорбции некоторой кислоты из 200 мл водного раствора этой кислоты различных исходных концентраций C_i^0 (колонка 3-6, табл.2.) на 4г активированного угля концентрация кислоты уменьшается до значений C_i (колонки 7-10, табл.2.). Установить, каким из адсорбционных уравнений: Фрейндлиха или Лэнгмюра, описывается процесс адсорбции.

Найти константы в соответствующем уравнении, а также равновесную концентрацию раствора (C_5) при такой же температуре, если исходная концентрация кислоты была $C_i^0 = \dots$ моль/дм³ (колонка 11 табл.2.), а масса адсорбента 4г.

Контрольная работа (вариант 1)

1. Какое суждение правильно:

1а) химическая термодинамика изучает законы протекания химических реакций во времени;

2а) химическая термодинамика изучает превращение химической энергии в другие виды?

- а) Верно только суждение 1а. б) Верно только суждение 2а.
 в) Верны оба суждения. г) Оба суждения неверны.

2. Первый закон термодинамики формулируется так:

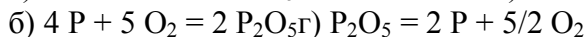
а) теплота подведенная к системе равна сумме изменения внутренней энергии и совершенной работы.

б) изобарный или изохорный тепловой эффект реакции не зависит от ее промежуточных стадий, а определяется лишь начальным и конечным состоянием системы.

в) в изолированной системе самопроизвольные процессы протекают в сторону увеличения энтропии.

г) скорость реакции пропорциональна концентрации реагентов.

3. Стандартная энтальпия образования P_2O_5 соответствует энтальпии реакции:



4. Найдите ΔH_{298}^0 реакции $H_2 + Cl_2 = 2 HCl$, если при той же температуре $\Delta H_{f,HCl}^0 = -92,3$ кДж/моль:

- а) +92,3 кДж; в) +184,6 кДж; б) -92,3 кДж; г) -184,6 кДж.

5. Каково соотношение между энтропией одного вещества находящегося в разном агрегатном состоянии:

а) $S_{тв} = S_{ж} = S_{газ}$

б) $S_{тв} < S_{ж} < S_{газ}$

в) $S_{тв} > S_{ж} > S_{газ}$

6. Укажите следствие закона Гесса:

а) $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$.

б) с тепловыми эффектами реакций следует выполнять те же алгебраические действия,

что и с уравнениями этих реакций.

в) тепловой эффект реакции не зависит от пути процесса, а определяется начальным и конечным состояниями системы.

г) $\Delta S_{\text{изол. системы}} \geq 0$.

7. Физический смысл второго закона термодинамики заключается в следующем:

а) в изолированной системе самовольно протекают процессы с уменьшением энтропии.

б) в изолированной системе самовольно протекают процессы с увеличением энтропии.

в) в изолированной системе самовольно протекают процессы с увеличением энтальпии.

г) в изолированной системе самовольно протекают процессы с уменьшением беспорядка.

8. Укажите термодинамическое условие состояния равновесия реакции при постоянных температуре и давлении:

а) $\Delta H = 0$; б) $\Delta S = 0$; в) $\Delta G = 0$; г) $\Delta U = 0$.

9. Изменение энергии Гиббса описывается уравнением $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$. Возможно ли самопроизвольное протекание экзотермической реакции, в которой энтропия возрастает?

а) Реакция не возможна при любых температурах.

б) Реакция возможна при любых температурах.

в) Реакция возможна только при высоких температурах.

г) Реакция не возможна при низких температурах.

10. Задача

Определите энтропию 15г Cl_2 при температуре 625°C и давлении 35,5кПа. Данные, необходимые для расчета (стандартную энтропию, зависимость теплоемкости от температуры) взять из справочника. Считать Cl_2 идеальным газом.

Список вопросов для проведения зачета по дисциплине «Физическая химия»

Основные понятия термодинамики. Типы систем. Газы и газовые смеси. Идеальные и реальные газы, уравнения состояния. Первый закон термодинамики. Понятие о тепловом эффекте, теплоты образования, горения, растворения, фазовых превращений. Закон Гесса. Расчеты по закону Гесса. Влияние температуры на тепловой эффект. Закон Кирхгофа. Расчеты тепловых эффектов по закону Кирхгофа. Второй закон термодинамики. Термодинамические функции, химический потенциал, общие условия равновесия систем. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как критерии, определяющие направление и предел протекания процессов в неизолированных системах.

Понятие о фазовом равновесии, основные определения фазового равновесия. Правило фаз Гиббса, его применение. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона, расчеты основанные на этом уравнении.

Условия химического равновесия. Закон действующих масс (термодинамический). Константа химического равновесия. Виды констант равновесия. Равновесия в гетерогенных системах. Влияние температуры на константу равновесия. Направление реакций в закрытых системах. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа, ее практические приложения. Уравнение изобары-изохоры реакции. Методы расчета константы равновесия. Смещение подвижного равновесия. Правило Ле-Шателье, его практическое применение. Влияние давления на положение равновесия.

Определение понятия "раствор". Способы выражения состава растворов. Влияние различных факторов на растворимость. Модели растворов: идеальные (совершенные) и бесконечно разбавленные растворы, их отличие от реальных растворов. Законы

Рауля и Генри. Парциальные молярные величины, их определение. Свойства разбавленных растворов не электролитов. Давление пара над раствором, температура кипения и замерзания.

Основные понятия химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Формальная кинетика гомогенных реакций. Закон действующих масс. Порядки реакций и их молекулярность. Реакции первого, второго и n-го порядков. Кинетические уравнения для реакций различных порядков. Период полупревращения. Константа скорости реакции, ее свойства, размерности и определения. Методы определения порядка реакции.

Поверхностное натяжение, методы его измерения. Адсорбция, основные положения и уравнения адсорбции.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОК-1 -способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу		
Знать	основные понятия и законы физической химии	<p>Основные понятия термодинамики. Типы систем. Газы и газовые смеси. Идеальные и реальные газы, уравнения состояния. Первый закон термодинамики. Понятие о тепловом эффекте, теплоты образования, горения, растворения, фазовых превращений. Закон Гесса. Расчеты по закону Гесса. Влияние температуры на тепловой эффект. Закон Кирхгофа. Расчеты тепловых эффектов по закону Кирхгофа. Второй закон термодинамики. Термодинамические функции, химический потенциал, общие условия равновесия систем. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как критерии, определяющие направление и предел протекания процессов в неизолированных системах.</p> <p>Понятие о фазовом равновесии, основные определения фазового равновесия. Правило фаз Гиббса, его применение. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона, расчеты основанные на этом уравнении.</p> <p>Условия химического равновесия. Закон действующих масс (термодинамический). Константа химического равновесия. Виды констант равновесия. Равновесия в гетерогенных системах. Влияние температуры на константу равновесия. Направление реакций в закрытых систе-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>мах. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа, ее практические приложения. Уравнение изобары-изохоры реакции. Методы расчета константы равновесия. Смещение подвижного равновесия. Правило Ле-Шателье, его практическое применение. Влияние давления на положение равновесия.</p> <p>Определение понятия “раствор”. Способы выражения состава растворов. Влияние различных факторов на растворимость. Модели растворов: идеальные (совершенные) и бесконечно разбавленные растворы, их отличие от реальных растворов. Законы Рауля и Генри. Парциальные молярные величины, их определение. Свойства разбавленных растворов не электролитов. Давление пара над раствором, температура кипения и замерзания.</p> <p>Основные понятия химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Формальная кинетика гомогенных реакций. Закон действующих масс. Порядки реакций и их молекулярность. Реакции первого, второго и n-го порядков. Кинетические уравнения для реакций различных порядков. Период полупревращения. Константа скорости реакции, ее свойства, размерности и определения. Методы определения порядка реакции.</p> <p>Поверхностное натяжение, методы его измерения. Адсорбция, основные положения и уравнения адсорбции.</p>
Уметь	определять термодинамические характеристики химических реакций	<p>Выполнение лабораторной работы №1 Определение интегральной теплоты растворения соли.</p> <p>Выполнение лабораторной работы №2 Третий компонент</p>
Владеть	методами предсказания протекания возможных химических реакций	<p>1 ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ РГР</p> <p>1. При адсорбции некоторой кислоты из 200 мл водного раствора этой кислоты различных исходных концентраций C_i^0 (колонка 3-6, табл.2.) на 4г активированного угля концентрация кислоты уменьшается до значений C_i (колонки 7-10, табл.2.). Установить, каким из адсорбционных уравнений: Фрейндлиха или Лэнгмюра, описывается процесс адсорбции.</p> <p>Найти константы в соответствующем урав-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		нении, а также равновесную концентрацию раствора (C_5) при такой же температуре, если исходная концентрация кислоты была $C_i^0 = \dots$ моль/дм ³ (колонка 11 табл.2.), а масса адсорбента 4г.
ОПК-4 - готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр		
Знать	основные параметры-проведения физико-химических исследований	<p>Контрольная работа (вариант 1)</p> <p>1. Какое суждение правильно:</p> <p>1а) химическая термодинамика изучает законы протекания химических реакций во времени;</p> <p>2а) химическая термодинамика изучает превращение химической энергии в другие виды?</p> <p>а) Верно только суждение 1а. б) Верно только суждение 2а. в) Верны оба суждения. г) Оба суждения неверны.</p> <p>2. Первый закон термодинамики формулируется так:</p> <p>а) теплота подведенная к системе равна сумме изменения внутренней энергии и совершенной работы. б) изобарный или изохорный тепловой эффект реакции не зависит от ее промежуточных стадий, а определяется лишь начальным и конечным состоянием системы. в) в изолированной системе самопроизвольные процессы протекают в сторону увеличения энтропии. г) скорость реакции пропорциональна концентрации реагентов.</p> <p>3. Стандартная энтальпия образования P_2O_5 соответствует энтальпии реакции:</p> <p>а) $2P + 5/2 O_2 = P_2O_5$ в) $P + 5/4 O_2 = 1/2 P_2O_5$ б) $4P + 5 O_2 = 2 P_2O_5$ г) $P_2O_5 = 2P + 5/2 O_2$</p> <p>4. Найдите ΔH_{298}^0 реакции $H_2 + Cl_2 = 2 HCl$, если при той же температуре $\Delta H_{f, HCl}^0 = -92,3$ кДж/моль:</p> <p>а) +92,3 кДж; в) +184,6 кДж; б) -92,3 кДж; г) -184,6 кДж.</p> <p>5. Каково соотношение между энтропией одного</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>вещества находящегося в разном агрегатном состоянии:</p> <p>а) $S_{тв} = S_{ж} = S_{газ}$</p> <p>б) $S_{тв} < S_{ж} < S_{газ}$</p> <p>в) $S_{тв} > S_{ж} > S_{газ}$</p> <p>6. Укажите следствие закона Гесса:</p> <p>а) $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$.</p> <p>б) с тепловыми эффектами реакций следует выполнять те же алгебраические действия, что и с уравнениями этих реакций.</p> <p>в) тепловой эффект реакции не зависит от пути процесса, а определяется начальным и конечным состояниями системы.</p> <p>г) $\Delta S_{изол. системы} \geq 0$.</p> <p>7. Физический смысл второго закона термодинамики заключается в следующем:</p> <p>а) в изолированной системе самовольно протекают процессы с уменьшением энтропии.</p> <p>б) в изолированной системе самовольно протекают процессы с увеличением энтропии.</p> <p>в) в изолированной системе самовольно протекают процессы с увеличением энтальпии.</p> <p>г) в изолированной системе самовольно протекают процессы с уменьшением беспорядка.</p> <p>8. Укажите термодинамическое условие состояния равновесия реакции при постоянных температуре и давлении:</p> <p>а) $\Delta H = 0$; б) $\Delta S = 0$; в) $\Delta G = 0$; г) $\Delta U = 0$.</p> <p>9. Изменение энергии Гиббса описывается уравнением $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$. Возможно ли самопроизвольное протекание экзотермической реакции, в которой энтропия возрастает?</p> <p>а) Реакция не возможна при любых температурах.</p> <p>б) Реакция возможна при любых температурах.</p> <p>в) Реакция возможна только при высоких температурах.</p> <p>г) Реакция не возможна при низких температурах.</p> <p>10. Задача</p> <p>Определите энтропию 15г Cl_2 при температуре $625^{\circ}C$ и давлении 35,5кПа. Данные, необходимые для расчета (стандартную энтропию, зависимость теплоемкости от температуры) взять из справочника. Считать Cl_2 идеальным га-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		зом.
Уметь	выбрать параметры проведения физико-химических исследований	Выполнение лабораторной работы №3 Адсорбция
Владеть	навыками проведения физико-химических исследований	ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ РГР 2.Найти константы в соответствующем уравнении, а также равновесную концентрацию раствора (C_5) при такой же температуре, если исходная концентрация кислоты была $C_i^0 = \dots$ моль/дм ³ (колонка 11 табл.2.), а масса адсорбента 4г.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме:

- сдачи лабораторных работ;
- сдачи РГР;
- контрольной работы;
- зачета.

Выполнение лабораторных работ проводится в учебных аудиториях для проведения лабораторных работ по дисциплине «Физическая химия под руководством преподавателя, расчет и подготовка к сдаче лабораторной работы осуществляется обучающимся самостоятельно.

Критерии оценивания лабораторных работ: «зачтено», «не зачтено».

Домашняя расчетно-графическая работа выполняется самостоятельно, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Физическая химия». При выполнении домашней расчетно-графической работы обучающийся должен показать свое умение работать со справочной литературой и другими литературными источниками, а также возможность анализировать полученные результаты.

Критерии оценивания домашней расчетно-графической работы: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценивания контрольной работы: «зачтено», «не зачтено».

Показатели и критерии оценивания зачета:

– оценку «зачтено» студент получает, если может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач, может дать оценку предложенной ситуации.

– оценку «незачтено» студент получает, если не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, дать оценку предложенной ситуации.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Бокштейн Б. С. Физическая химия: термодинамика и кинетика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. С. Бокштейн, М. И. Менделев, Ю. В. Похвиснев. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2012. — 258 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47443>
2. Физическая химия : учебное пособие / Э. В. Дюльдина, С. П. Клочковский, Н. Ю. Свечникова и др. ; МГТУ. - 2-е изд. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 127 с. : ил., диагр., граф., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3506.pdf&show=dcatalogues/1/1514311/3506.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Имеется печатный аналог.

б) Дополнительная литература:

1. Химическая кинетика и адсорбция: метод. указания для студентов по дисциплине "Физическая химия" / [Э. В. Дюльдина, С. П. Клочковский, Н. Ю. Свечникова и др.] ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1258.pdf&show=dcatalogues/1/123436/1258.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Поверхностные явления. Адсорбция : учебное пособие / А. Н. Смирнов, Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Э. В. Дюльдина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3417.pdf&show=dcatalogues/1/139847/3417.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0966-3. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Дюльдина, Э.В. Термодинамика химических реакций: учебное пособие [Электронный ресурс]: Э.В. Дюльдина, С.П. Клочковский, А.Н. Смирнов, Н.Ю. Свечникова, М.А. Шерстобитов, С.В. Юдина ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». Электрон. текст. дан. (1,85 Мб) – Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2013. – 1 элект. опт. диск (CD-R) – Систем. треб.: IBMPC Люб.ой более 1GHz; 512 Мб RAM; 10 Мб HDD; MS WindowsXP и выше. AdobeReader 8.0 и выше; CD/DVD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с тит. экрана. **Режим доступа:** <http://catalog.inforeg.ru/Inet/GetEzineByID/295025>.
4. Кокс и химия – ISSN 0026-0827.

в) Методические указания:

1. Лабораторный практикум по физической химии : учебно-методическое пособие / А. Н. Смирнов, Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Э. В. Дюльдина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3177.pdf&show=dcatalogues/1/136592/3177.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

Интернет-ресурсы:

1. Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука».- URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**
2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). - URL:http://elibrary.ru/project_risc.asp/
3. Поисковая система Академия Google (GoogleScholar). - URL: <http://scholar.google.ru/>
4. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. - URL: <http://window.edu.ru/>
5. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». – Режим доступа: <http://www1.fips.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Доска, мультимедийный проектор, экран
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория физической химии	Лабораторные установки для проведения лабораторных работ: - установка для определения интегральной теплоты растворения соли; - бюретки и лабораторная посуда для приготовления растворов для лабораторной «Третий компонент в двухслойной жидкости»; - установка для определения адсорбции на границе жидкость – газ.
Учебные аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки ФГБОУ МГТУ	Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Компьютерная техника с пакетом MSOffice, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебного оборудования Инструменты для ремонта лабораторного оборудования