

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено
на заседании кафедры
протокол № 9 от «30» 05 2019 г.

Зав. кафедрой Вахитов Р.М. / Вахитов Р.М.

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института
31.05.2019

Балапанов М.Х. / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Техническая термодинамика
(наименование дисциплины)

Профессиональный цикл, базовая дисциплина
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа бакалавриата

Направление подготовки
18.03.01 – Химическая технология
(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Технология и переработка полимеров
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация
бакалавр
(указывается квалификация)

Разработчик (составитель) кандидат физ.-мат. наук, доцент (должность, ученая степень, ученое звание)	<u>Закирьянов Ф.К.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
--	---

Уфа 2019 г.

Составитель / составители: _ кандидат физ.-мат. наук, доцент Закирьянов Ф.К

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры теоретической физики от
30.05.2019 № 9

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
 - 4.3. Рейтинг–план дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основы применения классической и технической термодинамики;	ОПК-3 (способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов классической и технической термодинамики для решения профессиональных задач)	
	2. Знать границы применения изученных законов и методов классической и технической термодинамики	ОПК-3 (способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов классической и технической термодинамики для решения профессиональных задач)	
	3. Знать основные методы решения термодинамических задач	ПК-1 (способность использовать специализированные знания в области термодинамики для освоения профильных дисциплин)	

Умения	1. Уметь применять изученные понятия и законы термодинамики к решению типовых задач по всем разделам курса, свободно используя при этом необходимый математический аппарат	ОПК-3 (способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов технической термодинамики и для решения профессиональных задач)	
	2. Уметь использовать правильную терминологию, определения и, обозначения и единицы измерения термодинамических величин для описания характеристик материалов и областей их применения	ПК-1 (способность использовать специализированные знания в области технической термодинамики для освоения профильных дисциплин)	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть навыками решения термодинамических уравнений	ОПК-3 (способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов классической и технической термодинамики для решения профессиональных задач)	
	2. Владеть методикой расчета реальных технологических задач	ОПК-3 (способность использовать специализированные знания в области технической термодинамики для освоения профильных дисциплин)	
	3. Владеть навыками отбора и обработки информации из различных	ПК-1 (способность использовать специализированные	

	источников (учебники, справочные материалы, Интернет-ресурсы)	знания в области классической и технической термодинамики для освоения профильных дисциплин)	
--	---	--	--

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая термодинамика» относится к базовой части.

Дисциплина изучается на 4 курсе во 2 семестре.

Особенностью дисциплины «Техническая термодинамика» является то, что это раздел физики, изучаемый студентами химического факультета. Еще одной особенностью курса является объем и разнообразие изучаемого материала. С указанным разделом по количеству тем можно сравнить только квантовую теорию. Поэтому часть материала (до 15%) рекомендуется для самостоятельного изучения. Это требует развития у студентов навыков самостоятельного изучения литературы, в т.ч. электронной, а также использования интернет-ресурсов. Использование справочников и интернета необходимо и для формирования элементарной математической культуры.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Цикл	Дисциплина
Б1.Б.8	Модуль «Физика»
Б1.Б.10.1	Молекулярная физика.
Б1.Б.10.2	Электродинамика
Б1.Б.10.3	Квантовая теория
Б1.В.ОД.5	Линейные и нелинейные уравнения физики

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в приложении 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

зачтено - от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено - от 0 до 59 рейтинговых баллов.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основы применения технической термодинамики;	ОПК-3	Коллоквиум
	Знать границы применения изученных законов и методов технической термодинамики	ОПК-3	Тестирование
	Знать основные методы решения термодинамических задач	ПК-1	Контрольная работа
2-й этап Умения	Уметь применять изученные понятия и законы термодинамики к решению типовых задач по всем разделам курса, свободно используя при этом необходимый математический аппарат	ОПК-3	Домашнее задание
	Уметь использовать правильную терминологию, определения и,	ПК-1	Коллоквиум

	обозначения и единицы измерения термодинамических величин для описания характеристик химических технологий и областей их применения		
3-й этап	Владеть навыками решения термодинамических уравнений	ОПК-3	Контрольная работа
Владеть навыками	Владеть методикой расчета реальных термодинамических задач	ОПК-3	Контрольная работа
	Владеть навыками отбора и обработки информации из различных источников (учебники, справочные материалы, Интернет-ресурсы)	ПК-1	Тестирование

4.3. Рейтинг–план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Тестирование:

Пример теста:

Основы термодинамики

1. При постоянном давлении p объём газа увеличится на ΔV . Какая физическая величина равна произведению $p|\Delta V|$ в этом случае?

- А.) работа, совершаемая газом;
- Б.) работа, совершаемая над газом внешними силами;
- В.) количество теплоты, полученное газом;
- Г.) внутренняя энергия газа.

2. Над телом совершена работа A внешними силами, и телу передано количество теплоты Q . Чему равно изменение внутренней энергии ΔU тела?

- А.) $\Delta U=A$; Б.) $\Delta U=Q$ В.) $\Delta U=A+Q$; Г.) $\Delta U=A-Q$; Д.) $\Delta U=Q-A$.

3. Какой процесс произошел в идеальном газе, если изменение его внутренней энергии равно нулю?

- А.) изобарный; Б.) изотермический; В.) изохорный; Г.) адиабатический.

4. Идеальному газу передаётся количество теплоты таким образом, что в любой момент времени передаваемое количество теплоты Q равно работе A , совершаемой газом. Какой процесс осуществляется?

- А.) адиабатический; Б.) изобарный; В.) изохорный; Г.) изотермический.

5. Какая физическая величина вычисляется по формуле $\frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$?

- А.) количество теплоты в идеальном газе;
- Б.) давление идеального газа;
- В.) внутренняя энергия одноатомного идеального газа;

Г.) внутренняя энергия одного моля идеального газа.

6. Среди приведенных ниже формул найдите ту, по которой вычисляется максимальное значение КПД теплового двигателя.

А.) $\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затрачен}}}$; Б.) $\eta = \frac{A'}{Q}$; В.) $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$; Г.) $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$.

7. Какой процесс произошел в идеальном газе, если изменение его внутренней энергии равно количеству подведённой теплоты.

А.) изобарный; Б.) изотермический; В.) изохорный; Г.) адиабатный.

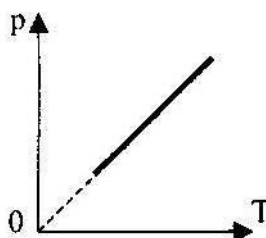


Рис. 8

и изотермы для кривых является

- А.) 1 - адиабата, 2 -
Б.) 1 - изотерма, 2 -
В.) правильного

10. При температуре внутренняя энергия термодинамики для этого случая.

- А.) энергия уменьшилась $Q = \Delta U + A'$;
Б.) энергия увеличилась $\Delta U = -A'$;
В.) энергия не изменилась $Q = A'$.

11. Определите внутреннюю энергию двух молей одноатомного (идеального) газа, взятого при температуре 300 К.

- А.) 2,5 кДж; Б.) 2,5 Дж; В.) 4,9 Дж; Г.) 4,9 кДж; Д.) 7,5 кДж.

12. Чему равно изменение внутренней энергии одного моля идеального одноатомного газа, если $T_1 = T$, а $T_2 = 2T$?

- А.) RT ; Б.) $2RT$; В.) $3RT$; Г.) $1,5RT$.

13. Какую работу совершает газ, расширяясь изобарно при давлении $2 \cdot 10^5$ Па от объёма $V_1 = 0,1$ м³ до объёма $V_2 = 0,2$ м³?

- А.) $2 \cdot 10^6$ Дж; Б.) 200 кДж; В.) $0,2 \cdot 10^5$ Дж.

14. Термодинамической системе передано количество теплоты, равное 2000 Дж, и над ней совершена работа 500 Дж. Определите изменение его внутренней энергии этой системы.

- А.) 2500 Дж; Б.) 1500 Дж; В.) $\Delta U = 0$.

15. В камере, в результате сгорания топлива выделилась энергия, равная 600 Дж, а холодильник получил энергию, равную 400 Дж. Какую работу совершил двигатель?

- А.) 1000 Дж; Б.) 600 Дж; В.) 400 Дж; Г.) 200 Дж.

16. При изобарном нагревании некоторой массы кислорода на $\Delta T = 160$ К совершена работа 8,31 Дж по увеличению его объёма. Определите массу кислорода, если $M = 3,2 \cdot 10^{-2}$ кг/моль, $R = 8,31$ Дж/(К · моль).

- А.) 0,2 кг; Б.) 2 кг; В.) 0,5 кг; Г.) 0,2 г.

17. Каков максимальный КПД тепловой машины, которая использует нагреватель с температурой 427⁰С и холодильник с температурой 27⁰С?

8. На рис.8 показан график изопротесса с идеальным газом. Запишите для него первый закон термодинамики.

- А.) $\Delta U = Q + A'$;
Б.) $\Delta U = A'$;
В.) $\Delta U = Q$;
Г.) $Q = A'$.

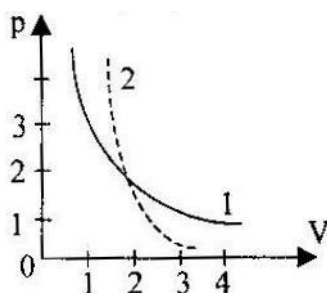


Рис. 9

9. На рис. 9 изображены графики адиабаты некоторой массы газа. Какая из этих двух адиабатой?

- изотерма;
адиабата;
ответа нет.

быстром сжатии газа в цилиндре его повысилась. Изменится ли при этом газа? Напишите уравнение первого закона

А.) 40%; Б.) 6%; В.) 93%; Г.) 57%.

18. Температура нагревателя идеального теплового двигателя 425 К, а холодильника - 300 К. Двигатель получает от нагревателя $4 \cdot 10^4$ Дж теплоты. Рассчитать работу, совершаемую рабочим телом двигателя.

А.) $1,2 \cdot 10^4$ Дж; Б.) $13,7 \cdot 10^4$ Дж; В.) рассчитать работу нельзя.

19. В цилиндре под поршнем находится воздух, массой 29 кг. Какую работу совершит воздух при изобарном расширении, если температура его увеличилась на 100 К. Массу поршня не учитывать.

А.) 831 Дж; Б.) 8,31 кДж; В.) 0,83 МДж.

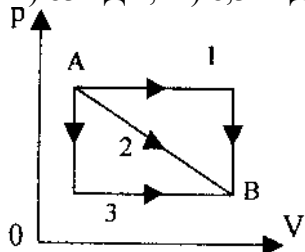


Рис. 10

20. Идеальный газ из состояния А переходит в состояние В (см. рис. 10) тремя различными путями. В каком случае работа газа была максимальной?

А.) 1; Б.) 2; В.) 3.

21. С какой высоты упала льдинка, если она нагрелась на 1 К? Считать, что на нагревание льдинки идет 60% её потенциальной энергии.

А.) 350 м; Б.) 700 м; В.) 210 м.

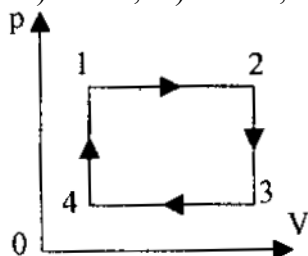


Рис. 11

22. На рис. 11 изображен круговой процесс некоторой массы идеального газа. Укажите, на каких стадиях газ получал тепло.

А.) 1-2 и 2-3;

Б.) 3-4 и 4-1;

В.) 1-2 и 4-1;

Г.) 2-3 и 3-4.

23. Газ в количестве 1 моль совершает цикл, состоящий из 2 изохор и 2 изобар. Наименьший объём газа 10 л, наибольший - 20 л. Наименьшее давление 2,5 атм, наибольшее - 5 атм. Найдите работу

за цикл.

А.) 2,5 кДж; Б.) 5 кДж; В.) 100 кДж; Г.) 2,5 Дж.

24. Неон, находившийся при нормальных условиях в закрытом сосуде ёмкостью 20 л, охладили на 91 К. Найти изменение внутренней энергии газа и количество отданной им теплоты.

А.) 1 МДж; Б.) 0,6 кДж; В.) 1,5 кДж; Г.) 1 кДж.

25. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в 3 раза больше абсолютной температуры холодильника. Определите долю теплоты, отдаваемую холодильнику.

А.) 1/2; Б.) 1/3; В.) 1/5; Г.) 2/3.

Критерии оценки (в баллах):

- 0 баллов выставляется студенту, если дано менее 5 правильных ответов;
- 1 балл выставляется студенту, если студент ответил правильно от 5 до 8 вопросов;
- 2 балла выставляется студенту, если дано 9-12 верных ответов;
- 3 балла выставляется студенту, если дано от 13 до 17 верных ответа;
- 4 балла выставляется студенту, если дано от 18 до 22 правильных ответов;
- 5 баллов выставляется студенту, если дано от 23 до 25 правильных ответов;

Контрольная работа:

В конце семестра проводится одна контрольная работа, охватывающая весь пройденный материал. Контрольная работа включает 4 задачи различной степени сложности.

Пример варианта контрольной работы:

Вариант 1.

1. Методом циклов установить зависимость давления насыщенного пара от температуры.
2. При низкой температуре энтропия электронного газа в металлах пропорциональна термодинамической температуре. Найти температурную зависимость $C_p - C_v$ электронных теплоемкостей при этой температуре.
3. В комнату с улицы вносят холодное тело. Показать, что при этом внутренняя энергия тела увеличится за счет энергии наружного, а не комнатного воздуха и что при отоплении внутренняя энергия и энтропия комнатного воздуха уменьшается.

Критерии оценки (в баллах):

- **10 баллов** выставляется студенту, если правильно решены все задачи;
- **9 баллов** выставляется студенту, если студент правильно решил все задачи, но была допущена одна не грубая ошибка, не повлиявшая на ответ;
- **7-8 баллов** выставляется студенту, если студент правильно решил все задачи, но было допущено несколько не грубых ошибок, не повлиявших на ответ или, решено или полностью не решена 1 задача;
- **5-6 баллов** выставляется студенту, при решении была допущена вычислительная ошибка, повлиявшая на ответ или не решено 2 задачи.
- **3-4 баллов** выставляется студенту, все задачи решены, но при решении были допущены вычислительные ошибки, или одна грубая ошибка, или решена 1 задача из контрольной работы.
- **1-2 баллов** выставляется студенту, если ни одна задача контрольной работы не решена полностью, но студент выписал основные уравнения и законы, необходимые для их решения.
- **0 баллов** выставляется студенту, если не решено ни одной задачи и не указаны основные законы и уравнения необходимые для решения задачи.

Коллоквиум.

Коллоквиум проводится в виде письменного блиц – опроса по 10 вопросам, требующим краткого ответа. Это основные определения, физические понятия, законы и теоремы, вопросы на понимание физической сути изученных явлений. Каждый вопрос оценивается как часть от максимального балла, назначенного на данный текущий контроль.

Примерные вопросы коллоквиума:

1. Первое и второе начало термодинамики для равновесных процессов в системах с постоянным числом частиц. Соотношение, связывающее дифференциалы энтропии, внутренней энергии, объема и числа частиц. Химический потенциал.
2. Теорема Карно. Абсолютная температура и энтропия. Дифференциальная формулировка второго начала термодинамики для равновесных процессов.
3. Вывести условия соглашения термодинамического и калорического уравнений состояния термодинамической системы.

4. Вывести систему уравнений для расчета удельной внутренней энергии термодинамической системы по заданным уравнениям состояния и решить ее для газа Ван-дер-Ваальса.

5. Вывести систему уравнения для расчета удельной энтропии термодинамической системы по заданным уравнениям состояния и решить ее для газа Ван-дер-Ваальса.

6. Химический потенциал термодинамической системы и его расчет с помощью уравнения состояния.

7. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов и его следствие.

8. Третье начало термодинамики. Поведение энтропии и теплоёмкости вблизи абсолютного нуля температуры.

9. Свободная энергия как потенциал термодинамической системы через её свободную энергию.

10. Термодинамический потенциал Гиббса и его экспериментальные свойства. Выразить калорическое уравнение состояния и химический потенциал термодинамической системы через ее потенциал Гиббса.

Критерии оценки (в баллах):

- **12-15 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов.

- **10-12 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- **6-9 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- **1-5 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. И.А. Красников. Термодинамика и статистическая физика. Т.1: Теория равновесных систем: Статистическая физика. Учебное пособие Изд. 2-ое – М.: Ком-Книга, 2010. – 244 с.
2. Л. Д. Ландау, ФЕ. М. Лифшиц. Теоретическая физика. Т. 8: Электродинамика сплошных сред.– изд. третье, стереотип. – 20001. – 656 с.

Дополнительная литература:

3. Гиббс Дж. В. «Основные принципы статистической механики» М. — Л., 1946. Изд-во: Регулярная и хаотическая динамика, 2002. — 204 с. ISBN 5-93972-127-3.

4. Боголюбов Н. Н. Проблемы динамической теории в статистической физике. — М.— Л.: ОГИЗ. Гостехиздат, 1946.
5. Боголюбов Н. Н. Избранные труды по статистической физике. М.: Изд-во МГУ, 1979.
6. Дж. Джексон. Классическая электродинамика.— М.: Мир, 1965 .— 704с.
7. Е.С. Боровик, В.В. Еременко, А.С. Мильнер. Лекции по магнетизму. — М.: Физматлит, 2005 .— 512 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://eqworld.ipmnet.ru>
2. <http://www.all-physics.com>
3. <http://www.physics.nad.ru>
4. <http://www.physicsjokes.net>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудиторный фонд химического факультета.

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория	Лекции	Мультимедийный проектор, экран, доска.
Аудитория	Практические занятия	Доска

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Техническая термодинамика на **5** семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	54
лекций	36
практических/ семинарских	18
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	18
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
Модуль 1: Введение. Основные положения термодинамики.								
1.	Термодинамические системы. Макроскопические параметры. Равновесное состояние. Время релаксации. Первый постулат термодинамики. Температура. Нулевое начало термодинамики.	2	1		1	1. § 1, 5, 6, 15 2. § 33-34 3. § 14	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)	коллоквиум
2.	Второй постулат термодинамики. Равновесные и неравновесные процессы.	4	1		1	1. § 13, 14 2. § 16, 18		коллоквиум

	Внутренняя энергия. Работа и теплота. Термические и калорические уравнения состояния							
3.	Первое начало термодинамики. Теплоемкость и скрытая теплота. Связь между теплоемкостями. Основные термодинамические процессы и их уравнения. Связь между термическими коэффициентами. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия и абсолютная температура.	2	2		2	1. § 16, 19 2. § 35 – 37		коллоквиум
4.	Основное уравнение термодинамики. Связь между термическим и калорическим	4	2		2	1. § 20 – 23 2. § 40 – 42		коллоквиум

	уравнениями состояния. Парадокс Гиббса. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов.							
	Стационарные процессы.	4	2		2	1. § 26 – 27 2. § 40 - 42		коллоквиум
6.	Цикл Карно. Тепловые машины. Третье начало термодинамика.	2	2		4	1. § 28 – 29 2. § 43 – 45		коллоквиум
7.	Термодинамические системы вблизи абсолютного нуля. Следствия третьего начала термодинамики.	4	2		2	2. § 46 – 50 4. § 27 - 28		коллоквиум, контрольная работа
Модуль 2: Фазовые переходы.								
8.	Классификация Фазовых переходов. Уравнения Клапейрона-Клаузиуса и Эренфеста. Правило фаз Гиббса. Роль поверхностного натяжения при образовании новой фазы.	4	1		1	1. § 62 – 68 2. § 2 – 5		коллоквиум

9.	Принцип наименьшего действия. Фазовый переход в модели Изинга.	2	1		1	1.§ 69 – 76 2. § 6 – 9		КОЛЛОКВИУМ
10.	Методы термодинамики. Метод круговых процессов. Метод термодинамических потенциалов.	4	2		2	1.§ 41 – 43 2. § 62 – 63		КОЛЛОКВИУМ
11.	Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем. Общие условия Равновесия и устойчивости. Равновесие в двухфазной однокомпонентной системе. Условия устойчивости равновесия в однородной системе. Принцип Ле Шателье-Брауна.	4	2		2	1.§ 45 2. § 71, 74		КОЛЛОКВИУМ
	Всего часов:	36	18		52			

Рейтинг – план дисциплины

Техническая термодинамика

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность Химия
курс 4, семестр 1 2018 /2019 гг.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль				
1. Письменные работы			0	15
2. Выполнение домашней работы			0	20
Рубежный контроль				
1. Тестовый опрос			0	5
2. Защита домашнего занятия			0	15
Модуль 2				
Текущий контроль				
1. Письменные работы			0	5
2. Выполнение домашней работы			0	10
3. Коллоквиум			0	15
Рубежный контроль				
1. Письменная контрольная работа			0	10
2. Защита домашнего занятия			0	5
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада			0	3
2. Публикация статей			0	4
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)			0	3
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
1. Зачет				