

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич
Должность: Директор
Дата подписания: 30.10.2023 12:09:48
Уникальный программный ключ:
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Общей и теоретической физики

Оценочные материалы по дисциплине (модулю)

дисциплина

Термодинамика

Блок Б1, обязательная часть, Б1.О.19

цикл дисциплины и его часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений)

Специальность

21.05.05
код

Физические процессы горного или нефтегазового производства
наименование специальности

Программа

специализация N 2 "Физические процессы нефтегазового производства"

Форма обучения

Заочная

Для поступивших на обучение в
2023 г.

Разработчик (составитель)
к.ф.-м.н., доцент
Зеленова М. А.
ученая степень, должность, ФИО

1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)	3
2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)	7
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания	14

1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Показатели и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)				Вид оценочного средства
			1	2	3	4	
			неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
ОПК-6. Способен выбирать и (или) разрабатывать обеспечение интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, техническими средствами с высоким	ОПК-6.1. Применяет теоретические и методологические основы интегрирования технологических систем и автоматизацию управления для решения конкретных профессиональных задач.	Обучающийся должен знать: основные законы термодинамики, размерности физических величин в термодинамике, историю развития и становления термодинамики, ее современное состояние.	Отсутствие знаний	Неполные представления об основных законах термодинамики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных законах термодинамики	Сформированные систематические представления об основных законах термодинамики	Устный опрос Доклад
	ОПК-6.2. Решает типовые задачи интегрирования технологических систем; применяет знания	Обучающийся должен уметь: анализировать информацию по термодинамике из различных	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое применение умения анализировать	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение	Сформированное умение анализировать информацию по термодинамике из различных	Решение задач

уровнем автоматизации управления	разработки интегрированных технологических систем с высоким уровнем автоматизации управления в профессиональной сфере деятельности.	источников, структурировать, оценивать, представлять в доступном для других виде; применять общие законы физики для решения задач по термодинамике.		информацию по термодинамике из различных источников, структурировать, оценивать, представлять в доступном для других виде; приобретать новые знания по термодинамике,	умения анализировать информацию по термодинамике из различных источников, структурировать, оценивать, представлять в доступном для других виде; приобретать новые знания по термодинамике	источников, структурировать, оценивать, представлять в доступном для других виде; приобретать новые знания по термодинамике	
	ОПК-6.3. Анализирует и обобщает научно-технические разработки и передовой производственный опыт, методы моделирования; осуществляет выбор интегрированных технологических систем, технических средств автоматизации	Обучающийся должен владеть: методологией исследования в области термодинамики, навыками решения задач по термодинамике	Отсутствия владений	В целом успешное, но непоследовательное владение методологией исследования в области термодинамики, навыками решения задач по термодинамике	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методологией исследования в области термодинамики, навыками решения задач по термодинамике	Успешное и последовательное владение методологией исследования в области термодинамики, навыками решения задач по термодинамике	Контрольная работа

	управления.						
ОПК-13. Способен применять навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационно й разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов	ОПК-13.1. Использует теоретические и методологические основы использования нормативных документов по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ.	Обучающийся должен знать: теоретические основы термодинамики и статистической физики; иметь представление о современном состоянии в термодинамике	Отсутствие знаний	Неполные представления о теоретических основах термодинамики и статистической физики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о теоретических основах термодинамики и статистической физики состоянии.	Сформированные систематические представления о теоретических основах термодинамики и статистической физики	Устный опрос Доклад
	ОПК-13.2. Применяет знания разработки мероприятий по соблюдению требований нормативных документов по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ.	Обучающийся должен уметь: формулировать и доказывать основные результаты термодинамики и статистической физики	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое применение умения формулировать и доказывать основные результаты термодинамики и статистической физики	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение умения формулировать и доказывать основные результаты термодинамики и статистической физики	Сформированное умение - формулировать и доказывать основные результаты термодинамики и статистической физики.	Решение задач
	ОПК-13.3.	Обучающийся	Отсутствие	В целом	В целом	Успешное и	Контрольная

	<p>Организует профессиональную деятельность с учётом нормативных документов по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых.</p>	<p>должен владеть: методами применения полученных знаний на практике.</p>	<p>е владений</p>	<p>успешное, но непоследовательное владение методами применения полученных знаний на практике</p>	<p>успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методами применения полученных знаний на практике</p>	<p>последовательное владение методами применения полученных знаний на практике</p>	<p>я работа</p>
--	---	---	-------------------	---	---	--	-----------------

2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-6 по индикатору 6.1:

Устный опрос

1. Возможно ли самопересечение фазовой траектории консервативной механической системы?
2. Найти фазовую траекторию а) свободной материальной частицы; б) частицы, свободно падающей с высоты h . Как изменится траектория (а) при учете сопротивления движению со стороны среды? (б) при учете неупругости соударения частицы с поверхностью Земли?
3. Качественно изобразить движение первоначально круглой фазовой капли для одномерного свободного движения материальной частицы.
4. Как выглядит спектр системы пяти невзаимодействующих спинов $S = 1/2$? трех осцилляторов с заданной частотой ω ?
5. Что такое статистический вес макроскопического состояния?
6. Привести примеры неполного термодинамического равновесия.
7. Что такое μ -пространство? Γ -пространство?
8. Можно ли диагонализировать матрицу плотности системы в неравновесном состоянии? Какова размерность матрицы плотности системы пяти спинов $S = 1/2$?
9. В чем заключается парадоксальность циклов Пуанкаре?
10. Как понимать обратимость уравнения Лиувилля? В чем заключается парадоксальность обратимости?
11. Какие системы называются эргодическими?
12. Какая отрицательная температура является наиболее горячей?
13. Написать большое каноническое распределение и большую статсумму с использованием обозначения λ для абсолютной активности.
14. Как выглядит большое каноническое распределение для двухкомпонентной системы?
15. Чему равно значение $f(\epsilon)$ на уровне Ферми?
16. Пусть имеются три двукратно вырожденных уровня энергии. Сколько существует способов размещения на них трех электронов?
17. Почему малы вероятности больших флуктуаций?
18. В чем заключается аномальный характер спиновой системы?
19. Чему равно значение энтропии на один спин $S = 1$ в пределе бесконечно больших температур?
20. Перечислите свойства химического потенциала.
21. Почему внутренняя энергия ядер атомов не сказывается на термодинамических характеристиках идеального газа?
22. Что такое квантовый объем? Как он связан с условием классичности идеального газа?
23. Какие данные необходимы для вычисления химического потенциала азота в атмосфере?
24. Как соотносятся парциальные давления азота и кислорода в атмосфере?
25. Как меняется концентрация газа частиц со спином в неоднородном магнитном поле?
26. Почему при рассмотрении электронного ферми-газа в металлах учитывается лишь небольшая доля всех электронов, содержащихся в веществе?
27. Оцените давление электронного газа в металле. Что мешает этому газу улетучиться?

28. Почему не рассматриваются примеры вырожденных ферми-газов из атомов и молекул?
29. Что такое бозе-конденсация?
30. Какова формальная температура бозе-конденсации фотонов?
31. Чему равен термодинамический потенциал черного излучения?
32. Сформулируйте закон Стефана – Больцмана.
33. Оцените силу, с которой излучение Солнца давит на Землю.
34. Сформулируйте основные положения модели Дебая колебаний твердого тела.
35. Укажите условия равновесия двух фаз для двухкомпонентной системы.
36. Что такое тройная точка? фазовые диаграммы?
37. Изобразите изотермы газа Ван-дер-Ваальса в плоскости $p - V$.
38. Как возникают зародыши новой фазы при фазовых превращениях?
39. Что такое молекулярное поле в магнитных веществах?
40. Приведите примеры параметров порядка при фазовых переходах второго рода.
41. Напишите условие химического равновесия для реакции горения водорода.

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-13 по индикатору 13.1:

Устный опрос

1. Предмет термодинамики. Термодинамические системы. Гомогенные и гетерогенные системы.
2. Постулаты термодинамики. Внутренняя энергия. Теплота, работа.
3. Термическое и калорическое уравнения состояния. Равновесные и неравновесные процессы.
4. Уравнение первого начала термодинамики. Теплоемкости.
5. Уравнения политропного и адиабатного процессов.
6. Общая характеристика и формулировка второго начала термодинамики.
7. Термодинамическая температура.
8. Теоремы Карно.
9. Основное неравенство термодинамики. Неравенство Клаузиуса.
10. Формулировка третьего начала термодинамики. Вычисление энтропии.
11. Химический потенциал и его связь с другими термодинамическими характеристиками.
12. Метод циклов.
13. Метод термодинамических потенциалов.
14. Общие условия равновесия и устойчивости.
15. Равновесие и устойчивость однородной системы.
16. Равновесие двухфазной однокомпонентной системы.
17. Правило фаз Гиббса.
18. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
19. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста.
20. Изотермы реального газа. Правило Максвелла.
21. Термодинамика равновесного теплового излучения.
22. Исходные положения и основные уравнения термодинамики необратимых процессов.
23. Химические реакции и процессы релаксации.
24. Приведите примеры обратимых и необратимых процессов.
25. Почему при квазистатическом изменении внешних параметров не меняется энтропия системы?
26. Напишите основное уравнение термодинамики для квазистатических процессов.
27. Приведите примеры величин, не являющихся функциями состояния системы.

28. Какие системы называют термостатами?
29. Сформулируйте теоремы Карно.
30. Что такое нулевой закон термодинамики?
31. Приведите различные формулировки первого закона термодинамики.
32. Приведите различные формулировки второго закона термодинамики.
33. Сформулируйте третий закон термодинамики.
34. Какие термодинамические потенциалы вы знаете?
35. Найдите связь между внутренней энергией системы и ее большим потенциалом.
36. Какие параметры называются экстенсивными и интенсивными?

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-6 по индикатору 6.2:

Перечень задач для решения

1.1. Частица массы $m = 1$ движется в потенциале $V(x) = x^4 - x^2$. Найти точки равновесия системы ($\dot{p} = \dot{x} = 0$) и исследовать вид фазовых траекторий в окрестности этих точек. Изобразить графически потенциал и фазовые траектории системы.

1.2. То же для нелинейного осциллятора с гамильтонианом $H = \frac{1}{2}\dot{x}^2 - \omega^2 \cos x$.

1.3. Две одинаковые частицы совершают одномерное движение в «ящике» длиной L , испытывая абсолютно упругие соударения друг с другом и со стенками. Пусть в начальный момент времени частицы расположены у противоположных стенок, а скорости их v_1 и v_2 направлены навстречу друг другу. Нарисовать фазовую траекторию одной из частиц для нескольких значений отношения v_1/v_2 (1;2;3; ...).

3.12. Найти работу, производимую над идеальным газом, и количество тепла, получаемое им, когда газ совершает круговой процесс, состоящий из: а) двух изохорных и двух изобарных процессов, б) двух изохор и двух изотерм, в) двух изотерм и двух адиабат, г) двух изобар и двух изотерм, д) двух изобар и двух адиабат.

3.13. Вычислить КПД в процессах, изображенных на приведенных ниже рисунках. Рабочее тело – одноатомный идеальный газ.

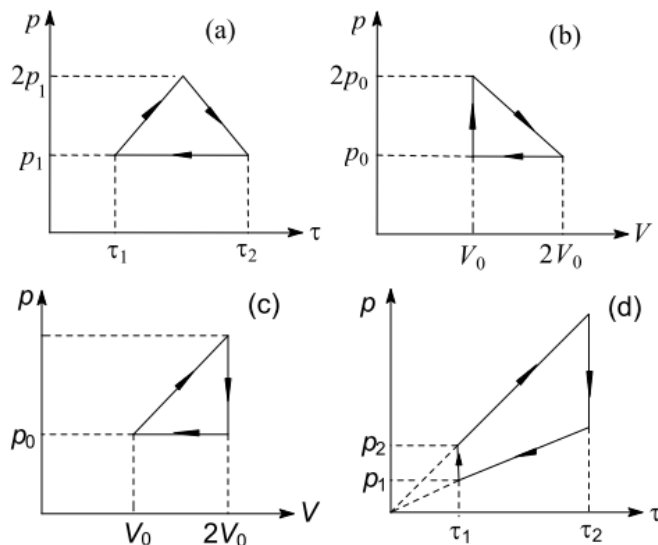


Рис. к задаче 3.13.

3.14. Два одинаковых шара с массами m и постоянной удельной теплоемкостью C имеют температуры τ_1 и τ_2 . Найти изменение энтропии шаров после установления теплового равновесия в результате контакта.

3.15. Рассмотреть все возможные процессы, с помощью которых тело с теплоемкостью C может охладиться путем отдачи тепла от температуры τ_1 до τ_0 . Как добиться того, чтобы работа, совершаемая при этом процессе, была максимальной? Какова эта максимальная величина? C – постоянная.

3.16. Найти максимальную работу, которую можно получить при расширении одноатомного идеального газа в пустоту от объема V_1 до объема V_2 . В начальном состоянии энергия газа равна E_0 .

4.1. Вычислить большую статсумму для идеального газа в классическом режиме. Найти большой термодинамический потенциал, энтропию, среднее число частиц и давление газа. Показать, что число частиц распределено по закону Пуассона.

4.2. Найти распределение вероятностей для угловых скоростей вращения молекулы идеального газа. Кинетическая энергия вращения молекулы равна $\varepsilon_{\text{rot}} = \frac{1}{2}(I_1\omega_1^2 + I_2\omega_2^2 + I_3\omega_3^2)$, где ω_i – компоненты вектора угловой скорости, I_i – главные моменты инерции. Найти $\langle\omega_i^2\rangle$. Вычислить вращательную статсумму нелинейной многоатомной молекулы в классическом приближении.

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-13 по индикатору 13.2:

Перечень задач для решения

4.11. Сфера радиуса R движется со скоростью v в идеальном газе с плотностью n_0 и температурой τ . В предположении, что столкновения частиц газа со сферой абсолютно упругие, определить силу сопротивления, испытываемого сферой при ее движении.

4.12. Вычислить теплоемкость C_V бесконечно высокого столба идеального газа из N частиц массы m в поле силы тяжести. Найти высоту центра тяжести столба над поверхностью земли.

4.23. Найти среднее число столкновений с единицей поверхности стенки за единицу времени в газе Ферми при $\tau = 0$.

4.24. Энергия электронов в металле равна $\varepsilon = (p_x^2 + p_y^2)/2m_1 + p_z^2/2m_2$. Найти энергию Ферми. Вычислить $\langle v_z^2 \rangle$ при $\tau = 0$.

4.36. В приближении эффективной массы энергия электрона в зоне проводимости равна $\varepsilon = E_0 + p^2/2m_e^*$ (E_0 – ширина запрещенной зоны, $E_0 \gg \tau$), энергия дырки $\varepsilon' = p^2/2m_h^*$. Показать, что в полупроводнике с собственной проводимостью плотности электронов и дырок равны

$$n = p = 2 \left(\frac{\tau}{2\pi\hbar^2} \right)^{3/2} (m_e^* m_h^*)^{3/4} e^{-E_0/2\tau},$$

и энергия Ферми равна $\mu = \frac{1}{2} E_0 + \frac{3}{4} \tau \ln(m_h^* / m_e^*)$.

4.37. Для полупроводника с отрицательной проводимостью (*n*-типа) получить соотношение

$$n = \frac{n_D N}{2(N_D - n_D)} e^{-E_D/\tau}, N = 2(m_e \tau / 2\pi\hbar^2)^{3/2},$$

где N_D – число доноров, n_D – число занятых донорных уровней. Примесный уровень может быть занят только одним электроном, электронный газ не вырожден. Найти энергию Ферми в предельных случаях низких и высоких температур.

4.38. Вычислить магнитную восприимчивость системы электронов на донорных уровнях, предполагая, что каждый уровень может быть занят только одним электроном.

4.39. Молекулы идеального Бозе-газа имеют во внешнем поле потенциальную энергию а) $U = \alpha z$, б) $U = \alpha z^2$ (α – постоянная). Найти температуру конденсации и скачок теплоемкости.

6.1. Найти температурную зависимость давления насыщенного пара над твердым телом (пар рассматривать как идеальный газ, теплоемкости газа и твердого тела постоянные). Энергия связи молекул в твердом теле равна ϵ_0 .

6.2. Найти температуру фазового перехода и области существования метастабильных состояний системы с термодинамическим потенциалом

$$G = G_0 + \frac{1}{2} a(\tau - \tau_0)\eta^2 + \frac{1}{4} b\eta^4 + \frac{1}{6} c\eta^6, \text{ где } a > 0, b < 0, c > 0.$$

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-6 по индикатору 6.3:

Перечень задач для контрольной работы

1. Известно, что для некоторого вещества $(\partial p / \partial \tau)_V = A + BV + C\tau$ и $C_V = a + bV + c\tau + (1/2)dV^2 + eV\tau + (1/2)f\tau^2$, где $A, B, C, a, b, c, d, e, f$ – постоянные. Найти соотношения между этими постоянными. Найти наиболее общее выражение для свободной энергии, согласующееся с этими данными.

2. Найти термодинамический потенциал системы, если $C_V = aV\tau^3$, $p = b\tau^4$; a, b – постоянные коэффициенты.

3. Доказать соотношение $dp = -dV/(\kappa_\tau V) + \alpha_\tau d\tau/\kappa_\tau$.

4. Доказать, что пересечение двух квазистатических адиабат невозможно, так как это приводит к нарушению принципа Томсона.

5. Показать, что следующие процессы необратимы: а) свободное адиабатическое расширение газа, б) процесс Джоуля-Томсона, то есть адиабатическое расширение газа из состояния с давлением p до $p + dp$ ($dp < 0$).

6. Доказать неравенства: $(\partial\sigma/\partial p)_H < 0$, $(\partial\sigma/\partial V)_E > 0$.

7. Доказать следующие соотношения:

$$\begin{aligned}
 1) \left(\frac{\partial\tau}{\partial V}\right)_E &= \frac{1}{C_V} \left(p - \tau \left(\frac{\partial p}{\partial\tau}\right)_V\right), \quad 2) \left(\frac{\partial\tau}{\partial p}\right)_\sigma = \frac{\tau}{C_p} \left(\frac{\partial V}{\partial\tau}\right)_p, \\
 3) \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_\sigma &= \frac{C_V}{C_p} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_\tau, \quad 4) \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_\sigma = \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_\tau + \frac{\tau}{C_p} \left(\frac{\partial V}{\partial\tau}\right)_p^2, \\
 5) \left(\frac{\partial E}{\partial N}\right)_{\tau,V} - \mu &= -\tau \left(\frac{\partial\mu}{\partial\tau}\right)_{V,N}, \quad 6) \tau \left(\frac{\partial N}{\partial\tau}\right)_{V,\mu/\tau} = \left(\frac{\partial N}{\partial\mu}\right)_{\tau,V} \left(\frac{\partial E}{\partial N}\right)_{\tau,V}, \\
 7) \left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_\tau &= \tau \left(\frac{\partial^2 p}{\partial\tau^2}\right)_V, \quad 8) \left(\frac{\partial E}{\partial\tau}\right)_{V,\mu/\tau} - \left(\frac{\partial E}{\partial\tau}\right)_{V,N} = \frac{1}{\tau} \left(\frac{\partial N}{\partial\mu}\right)_{\tau,V} \left(\frac{\partial E}{\partial N}\right)_{\tau,V}^2 \geq 0, \\
 9) \left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_\sigma &= \left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_\tau - \frac{\tau}{C_V} \left(\frac{\partial p}{\partial\tau}\right)_V^2.
 \end{aligned}$$

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-13 по индикатору 13.3:

Перечень задач для контрольной работы

1. Пусть $g = CE^N$, где C – константа. Найти энергию как функцию температуры.

2. Оценить относительную ошибку, возникающую при использовании $\ln(g_1 g_2)_{\max}$ вместо $\ln g(N, E)$ при вычислении энтропии составной спиновой системы с $N_1 = 10^{22}$, $N_2 = 10$ и $E = 0$ ($N = N_1 + N_2$).

3. Найти энтропию решеточного газа $\sigma(N_0, N)$ и энтропию «неравновесного состояния» (N_0, N, R, n) этого газа (см. задачу 1.9). При каком n энтропия $\sigma(N_0, N, R, n)$ достигает максимума?

5. Найти энтропию системы N линейных осцилляторов с частотой ω , температуру как функцию энергии, а также энергию, энтропию и химический потенциал как функцию температуры. Нарисовать соответствующие графики.

6. Используя каноническое распределение, найти $\langle L \rangle$, если оператор L и гамильтониан H частицы заданы матрицами

$$\hat{L} = \begin{bmatrix} a & 0 \\ 0 & -a \end{bmatrix}; \quad \hat{H} = \begin{bmatrix} \alpha & \beta \\ \beta & -\alpha \end{bmatrix}.$$

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-6 по индикатору 6.1:

Темы докладов

1. Энтропия и температура, флуктуации
2. Второй закон термодинамики
3. Связь статистической и термодинамической энтропии.
4. Энтропия и температура спиновой системы.
5. Термостаты.
6. Примеры приложений равновесных распределений.
7. Эквивалентность равновесных ансамблей
8. Термодинамическая теория возникновения жизни
9. Теплопередача в медицине
10. Инфракрасное излучение в медицине
11. Ультрафиолетовое излучение в медицине
12. Энтальпия в биологических системах
13. Живые организмы и первое начало термодинамики
14. Законы термодинамического равновесия в живых организмах
15. Теплолечение в физиотерапии
16. Влияние высоких температур на механизм терморегуляции

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-13 по индикатору 13.1:

Темы докладов

1. Различные представления энтропии
2. Свободная энергия и большой потенциал.
3. Информационная энтропия.
4. Функции распределения Ферми –Дирака
5. Функции распределения Бозе – Эйнштейна
6. Энтропия Колмогорова.
7. Функция Вигнера.
8. Теплолечение в оториноларингологии
9. Второй закон термодинамики. Энтропия. Теорема Карно.
10. Термодинамические функции и их физический смысл
11. Лазеры в физике и медицине
12. Цифровые методы обработки изображений в медицине
13. Использование наночастиц в медицине
14. Основы термодинамики живых организмов
15. Термодинамика биологических систем
16. Энергетический баланс организма. Биокалориметрия

Перечень вопросов к экзамену

1. Микроскопическое и макроскопическое описание большой физической системы.
2. Определение макроскопической системы. Микроскопические и макроскопические состояния статистической системы. Примеры.

3. Классическое описание макроскопической системы. Фазовое пространство.
4. Квантовое описание макроскопической системы. Количество состояний.
5. Квазиклассическое описание макроскопической системы. Количество состояний.
6. Теорема Лиувилля. Каноническое распределение Гиббса.
7. Три вида описания канонического распределения Гиббса. Понятие термодинамической вероятности.
8. Статистическая температура и энтропия.
9. Общая схема статистического анализа по Гиббсу: задача об идеальном газе частиц со спином 1.
10. Классификация термодинамических систем. Параметры термодинамического состояния.
11. Уравнения состояния и термодинамические процессы. Термодинамические потенциалы. Связь между производными термодинамических величин.
12. Термодинамический потенциал внутренняя энергия.
13. Термодинамический потенциал энтальпия.
14. Термодинамический потенциал свободная энергия.
15. Термодинамический потенциал Гиббса.
16. Первое начало термодинамики. Привести все формулировки закона.
17. Второе начало термодинамики. Привести все формулировки закона.
18. Работа в простой системе. Графическая интерпретация.
19. Работа в непростой системе. Пример.
20. Теплота и энтропия. Графическая интерпретация.
21. Идеальный цикл Карно. КПД цикла.
22. Теорема о распределении энергии по степеням свободы.
23. Понятие о теплоёмкости. Уравнение Майера и его обобщение на случай произвольной простой системы.
24. Классическая теория теплоемкости и её трудности.
25. Квантовая теория теплоёмкости двухатомного газа.
26. Средняя энергия квантового осциллятора. Классический предел.
27. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотерма газа Ван-дер-Ваальса.
28. Третье начало термодинамики.
29. Получения низких температур. Процесс Джоуля-Гомсона.
30. Распределение Максвелла.
31. Распределение Больцмана.
32. Каноническое распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц. Химический потенциал.
33. Квантовая статистика идеальных газов. Распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Критерий вырождения.
34. Сильно вырожденный бозе-газ. Бозе-конденсация.
35. Теплоемкость вырожденного электронного газа. Температура Ферми.
36. Равновесное электромагнитное излучение. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана.
37. Равновесие фаз. Фазовый переход 1 рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
38. Фазовая диаграмма воды. Метастабильные состояния. Газообразное, жидкое и твердое состояние вещества. Тройная и критическая точки.
39. Фазовые переходы 2-ого рода. Примеры.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания

Виды	учебной	Балл за	Число	Баллы
------	---------	---------	-------	-------

деятельности студентов	конкретно е задание	заданий за семестр	Минимальн ый	Макси мальн ый
Модуль 1			0	35
Текущий контроль			0	20
1. Устный опрос	3	5	0	15
2. Доклад	5	1	0	5
Рубежный контроль			0	15
1. Контрольная работа	15	1	0	15
Модуль 2			0	35
Текущий контроль			0	20
1. Устный опрос	3	5	0	15
2. Доклад	5	1	0	5
Рубежный контроль			0	15
1. Контрольная работа	15	1	0	15
Поощрительные баллы			0	10
1. Студенческая олимпиада	10	1		10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
Посещение лекционных занятий			0	-6
Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль		Экзамен	0	30
ИТОГО			0	110

Результаты обучения по дисциплине (модулю) у обучающихся оцениваются по итогам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80-100%; «удовлетворительно» – выполнено 40-80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0-40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

Рейтинговый балл = $k \times$ Максимальный балл,

где $k = 0,2$ при уровне освоения «неудовлетворительно», $k = 0,4$ при уровне освоения «удовлетворительно», $k = 0,8$ при уровне освоения «хорошо» и $k = 1$ при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов УУНиТ:

На экзамене выставляется оценка:

- отлично - при накоплении от 80 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных

баллов),

- хорошо - при накоплении от 60 до 79 рейтинговых баллов,
- удовлетворительно - при накоплении от 45 до 59 рейтинговых баллов,
- неудовлетворительно - при накоплении менее 45 рейтинговых баллов.

При получении на экзамене оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», на зачёте оценки «зачтено» считается, что результаты обучения по дисциплине (модулю) достигнуты и компетенции на этапе изучения дисциплины (модуля) сформированы.