

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики


Могильная Е.П.
« 25 » 02 2025 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине**

Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика

(наименование учебной дисциплины, практики)

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

«Физика»

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчик:

Доцент  Лыштван Е.Ю.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры физики

от 25 02 2025 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой

 Корсунов К.А.

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Из равенства химических потенциалов фаз следует уравнение

- А) Клапейрона-Клаузиуса
- Б) Менделеева-Клапейрона
- В) Ван-дер-Ваальса
- Г) Бертло
- Д) политропы

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

2. Из приведённых определений выберите то, что соответствует определению термодинамическая система:

- А) Совокупность физических величин, характеризующих свойства системы
- Б) Совокупность макроскопических тел, которые взаимодействуют и обмениваются энергией как между собой, так и с внешней средой
- В) Физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия макроскопической системы
- Г) Любое изменение системы, связанное с изменением термодинамического параметра
- Д) Совокупность макроскопических тел, которые не взаимодействуют между собой

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

3. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса в PV -плоскости при $T < T_{кр}$ имеют

- А) один экстремум
- Б) два экстремума
- В) точку перегиба
- Г) две точки перегиба
- Д) разрыв

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

4. Термодинамические системы, имеющие несколько нетепловых степеней свободы, называются

- А) адиабатическими
- Б) политехническими
- В) замкнутыми
- Г) политропическими
- Д) поливариантными

Правильный ответ: Д

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

5. Термодинамический коэффициент вида $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_p$ для идеального газа равен

- А) $\frac{T}{P}$;
- Б) $\frac{R}{P}$;
- В) $\frac{P}{R}$;
- Г) $\frac{V}{P}$;
- Д) $\frac{R}{V}$.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

6. Физическое равноправие PV- и TS-плоскостей достигается условием

- А) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} = 0$
- Б) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} = 1$
- В) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} = 2$
- Г) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} \neq 1$
- Д) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} \neq 0$

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

7. На изотермах Ван-дер-Ваальса PV -плоскости нефизической является область, где...

А) $(\partial P / \partial V)_T > 0$

Б) $(\partial P / \partial V)_T < 0$

В) $(\partial S / \partial V)_T > 0$

Г) $(\partial P / \partial S)_T > 0$

Д) $(\partial P / \partial T)_V > 0$

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

8. Цикл Карно состоит ...

А) одной адиабаты и двух изотерм

Б) двух адиабат и двух изотерм

В) двух адиабат и одной изотермы

Г) четырех изохор

Д) трех изотерм одной изобары

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

9. Молярной теплоемкость газа при постоянном давлении называют соотношением ...

А) $C_p - C_v = R$

Б) $Q = \Delta U + A$

В) $C_p = \frac{i+2}{i} R$

Г) $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

Д) $C_v = 0$

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

Выберите все правильные варианты ответов

10. Функцией состояния системы является

А) совершенная работа A

Б) количество тепла Q

В) внутренняя энергия U

Г) энтропия S

Д) давление p

Правильный ответ: В, Г

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

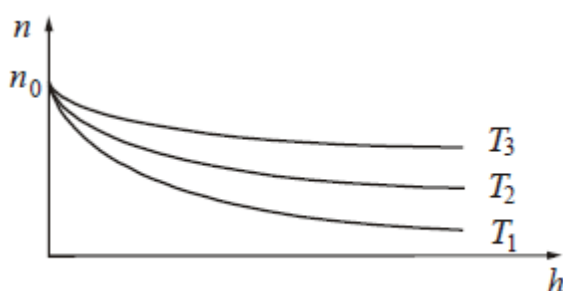
11. На рисунке приведены графики зависимости концентрации молекул газа в поле тяготения от высоты при различных температурах. Каково соотношение между температурами газа?

А) $T_3 < T_2 < T_1$

Б) $T_1 < T_2 < T_3$

В) $T_3 > T_1 < T_2$

Г) $T_3 < T_1 < T_2$



Правильный ответ: А, Б

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установить соответствие формулировок их ответам. *Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.*

	Формулировка		Характеристика
1)	В теплоизолированных системах энтропия возрастает в процессах	А)	фазы и компоненты
2)	Физическую и химическую неоднородность соответственно характеризуют	Б)	выравнивания
3)	О температуре можно сказать, что она	В)	десублимация
4)	Прямой фазовый переход из газообразного состояния в твердое состояние называется	Г)	интенсивна

Правильный ответ:

1	2	3	4
---	---	---	---

Б	А	Г	В
---	---	---	---

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

2. Установить соответствие формулировок их ответам: к каждому элементу второго столбца подберите соответствующий элемент из четвертого и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

	Формулировка		Характеристика
1)	Равная нулю работа соответствует процессу	А)	Фазовый переход II рода
2)	Переход гелия в сверхтекучее состояние это	Б)	энтальпия
3)	Принцип Нерста называют	В)	третье начало термодинамики
4)	Теплосодержание – это синоним	Г)	изохорный

Правильный ответ:

1	2	3	4
Г	А	В	Б

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

3. Установите соответствие физических законов их математическому выражению. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Физический закон		Математическое выражение
1)	закон Максвелла о распределении молекул по скоростям	А)	$f(\varepsilon) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} (kT)^{-3/2} \varepsilon^{1/2} e^{-\varepsilon/(kT)}$
2)	закон Максвелла о распределении молекул по энергиям теплового движения	Б)	$v = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$
3)	средняя арифметическая скорость	В)	$f(v) = 4\pi \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{3/2} v^2 e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}}$
4)	наиболее вероятная скорость	Г)	$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}}$

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	А	Г	Б

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

4. Установите соответствие физических законов их математическому выражению. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Физический закон		Математическое выражение
--	------------------	--	--------------------------

1)	Уравнение Ван-дер-Ваальса для 1 моля газа	А)	$\left(p + \frac{v^2 a}{V^2}\right)\left(\frac{V}{v} - b\right) = RT$
2)	Уравнение Ван-дер-Ваальса для произвольной массы газа	Б)	$\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT$
3)	Внутренняя энергия 1 моля реального газа	В)	$U_m = C_v T - \frac{a}{V_m}$
4)	Зависимость температуры инверсии от объема	Г)	$T = \frac{2a}{Rb} \left(1 - \frac{b}{V}\right)$

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	А	В	Г

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

5. Установите соответствие физических величин и их единиц измерения в системе СИ. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Физическая величина		Единицы измерения
1)	Термодинамический потенциал Гиббса в СИ имеет размерность	А)	$\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$
2)	Универсальная газовая постоянная R в СИ имеет размерность	Б)	$\frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$
3)	Размерность энтропии S в СИ	В)	$\frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{\text{К}}$
4)	Размерность изохорной теплоемкости в СИ	Г)	$\frac{\text{кДж} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$

Правильный ответ:

1	2	3	4
Г	Б	А	В

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Расположите в порядке убывания теплоемкости одного и того же идеального газа

А) молярная теплоемкость при постоянном объеме

Б) молярная теплоемкость при постоянном давлении

В) молярная теплоемкость при постоянной энтропии

Правильный ответ: Б, А, В

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Молярный термодинамический потенциал Гиббса – это _____ потенциал.

Правильный ответ: химический

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

2. Адиабатическая теплоемкость термодинамической системы c_s равна _____.

Правильный ответ: 0

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ОПК-2

3. Полным является дифференциал термодинамической функции

Правильный ответ: энтропия S

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ОПК-2

4. Энтропия S , энтальпия W , температура T и давление p связаны между собой формулой _____

Правильный ответ: $T = \left(\frac{\partial W}{\partial S} \right)_p$.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ОПК-2

5. Чему равен в условиях равновесия, термодинамический потенциал Гиббса _____.

Правильный ответ: потенциал Гиббса минимален.

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Положение изотермы-изобары для газа Ван-дер-Ваальса определяется

Правильный ответ: правилом Максвелла / Максвелла правилом

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ОПК-2

2. Процессом выравнивания по температуре и давлению является

Правильный ответ: процесс Джоуля-Томсона / Джоуля-Томсона процессом

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

3. В каком процессе количество теплоты рассчитывается по формуле $Q = T(S_2 - S_1)$ _____.

Правильный ответ: изотермическом / изотермическом процессе

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

4. Равновесие твердой, жидкой и газообразной фаз невозможен для

Правильный ответ: гелия / газа гелия

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Каково давление одноатомного газа, занимающего объем 2 литра, если его внутренняя энергия равна 300 Дж?

Привести решение.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

1. Внутренняя энергия одноатомного газа $U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} RT$.

2. Согласно уравнению состояния идеального газа $pV = \frac{m}{M} RT$, заменив в

первом уравнении, получим $U = \frac{3}{2} \cdot pV$, отсюда выразим давление

одноатомного газа $p = \frac{2U}{3V}$.

3. Вычислим $p = \frac{2 \cdot 300}{3 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 100 \cdot 10^3 \text{ Па} = 100 \text{ кПа}$

Ответ: $p = 100 \text{ кПа}$.

Критерии оценивания:

- из формулы внутренней энергии одноатомного газа и уравнения состояния идеального газа выразим давление одноатомного газа;
- вычисление давления одноатомного газа.

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

2. Какую работу совершил воздух массой 580 г при его изобарном нагревании на 20 К и какое количество теплоты ему при этом сообщили? Если

$$c_p = 1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

Привести решение.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

1. При изобарном нагревании работа, которую совершил воздух

$$A = \frac{m}{M} R \Delta T \text{ где } M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} - \text{молярная масса воздуха.}$$

2. Количество теплоты, сообщенное воздуху $Q = m c_p \Delta T$, где

$$c_p = 1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \text{ удельная теплоемкость при постоянном давлении.}$$

3. Вычислим работу, $A = \frac{580 \cdot 10^{-3}}{29 \cdot 10^{-3}} 8,31 \cdot 20 = 3,3 \text{ кДж}$, и количество теплоты $Q = 580 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 \cdot 20 = 11,6 \text{ кДж}$.

Ответ: $A = 3,3 \text{ кДж}$, $Q = 11,6 \text{ кДж}$.

Критерии оценивания:

- используя формулы для работы при изобарном нагревании и количества теплоты, сообщенной газу;
- вычисление работы и количества теплоты.

Компетенции (индикаторы): Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1., ОПК-2.2, ОПК-2.3)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической
комиссии института технологий и
инженерной механики



Ясуник С.Н.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)