

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

Г. Ю. ТЮМЕНКОВ
ТЕРМОДИНАМИКА

G. YU. TYUMENKOV
THERMODYNAMICS

Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по естественно-научному образованию
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования,
обучающихся по специальностям «Прикладная физика»,
«Физика», «Компьютерная физика»

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2025

УДК 536(075)
ББК 22.317.1я73
Т983

Рецензенты:

доктор физико-математических наук П. А. Хило,
кандидат технических наук Н. А. Ахраменко,
кандидат филологических наук В. В. Аверьянова

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
учреждения образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины»

Тюменков, Г. Ю.

Т983 Термодинамика = Thermodynamics : учебно-методическое
пособие / Г. Ю. Тюменков ; М-во образования Республики
Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель :
ГГУ им. Ф. Скорины, 2025. – 81 с.
ISBN 978-985-32-0094-2

Учебно-методическое пособие направлено на оказание помощи
студентам, в том числе и обучающимся на английском языке, в процессе
усвоения основ термодинамики, а также при подготовке к текущей,
промежуточной и итоговой аттестации.

Адресовано студентам специальностей: 6–05–0533–01 «Физика»,
6–05–0533–02 «Прикладная физика», 6–05–0533–04 «Компьютерная
физика».

**УДК 536(075)
ББК 22.317.1я73**

ISBN 978-985-32-0094-2

© Тюменков Г. Ю., 2025
© Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ – CONTENTS

Введение – Introduction.....	4
1. Тестовые задания на русском языке – Test tasks in Russian....	8
2. Тестовые задания на английском языке – Test tasks in English.	43
3. Ответы к тестовым заданиям – Answers to the test task.....	78
Литература – Literature.....	80
Полезные сайты – Useful sites.....	81

ВВЕДЕНИЕ – INTRODUCTION

Теория оказывается тем более впечатляющей, чем проще ее предпосылки, чем значительнее разнообразие охватываемых ею явлений и чем шире область ее применимости. Именно поэтому классическая термодинамика произвела на меня очень глубокое впечатление. Это единственная общая физическая теория, и я убежден, что в рамках применимости своих основных положений она никогда не будет опровергнута.

А. Эйнштейн, Принстон, США, 1949

*A theory is the more impressive the greater the simplicity of its premises, the more different kinds of things it relates, and the more extended its area of applicability. Therefore the deep impression that **classical thermodynamics** made upon me. It is the only physical theory of universal content which I am convinced will never be overthrown, within the framework of applicability of its basic concepts.*

A. Einstein, Princeton, USA, 1949

Термодинамика в её классическом варианте – наука о тепловых явлениях. Её фундаментальные понятия – это температура и энтропия. Она исходит из наиболее общих закономерностей тепловых процессов и свойств макроскопических систем. Выводы термодинамики опираются на совокупность опытных фактов. Они не зависят от наших знаний о внутреннем устройстве вещества. Хотя в некоторых частных случаях она косвенно использует, например, информацию о взаимодействии структурных элементов.

Классическая термодинамика состоит из разделов:

- главные законы термодинамики (иногда также называемые началами);
- уравнения состояния и прочие свойства простых термодинамических систем (идеальный газ, реальный газ, диэлектрики и магнетики и т. д.);
- равновесные процессы в простых системах, термодинамические циклы;
- неравновесные процессы и закон неубывания энтропии;
- термодинамические фазы и фазовые переходы.

Важным методическим приемом повышения эффективности обучения термодинамике, в том числе, является текущий контроль

знаний. Немаловажное значение при этом имеет самоконтроль, позволяющий учащемуся в течение семестра оценивать уровень своих знаний. Наиболее перспективной формой контроля знаний является тестирование.

К его достоинствам, несомненно, относятся универсальность, объективность и прямая ориентированность на использование современных технических средств, в первую очередь, компьютерных. ПК технологии могут быть с успехом использованы на всех стадиях учебного процесса, так как позволяют достаточно рельефно выделить общую структуру и главные положения излагаемого курса, обобщить и систематизировать материал в рамках предлагаемых разделов либо тем.

Понятно, что компьютерное тестирование не позволяет преподавателю анализировать характер мышления обучаемого, его умение давать полный развернутый ответ, выявляемые в процессе индивидуального опроса. Поэтому правильным является использование тестирования как предварительной либо же дополнительной формы контроля знаний совместно с традиционными формами, такими как коллоквиумы, зачёты и экзамены.

Текущий контроль знаний осуществляется по мере прохождения разделов курса. Он позволяет студентам объективно оценивать уровень своих знаний. Что, в свою очередь, корректирует направленность самостоятельной работы в рамках изучаемого курса.

Данные методические материалы предназначены для подготовки студентов к компьютерному тестированию по курсу «Термодинамика и статистическая физика» (раздел «Термодинамика») с целью контроля и коррекции знаний.

В тестовых заданиях использованы традиционные термодинамические обозначения и стандартная терминология [1], например, U – внутренняя энергия, S – энтропия, μ – химический потенциал и т. д. Отдельно хотелось бы оговорить следующие два обозначения: c – теплоёмкость термодинамической системы, $[c] = \text{Дж/К}$; C – молярная теплоёмкость $[C] = \text{Дж/(К}\cdot\text{моль)}$. В каждом пункте возможен только один правильный ответ. Номера ответов идут сверху вниз. Литературные источники, содержащие термодинамику [2–8], также окажутся весьма полезными при её изучении.

Тест также может быть использован для проведения самоконтроля знаний по термодинамике.

Thermodynamics in its classical form is the science of thermal phenomena. Its fundamental concepts are temperature and entropy. It is based on the most general laws of thermal processes and the properties of macroscopic systems. The conclusions of thermodynamics are based on a set of experimental facts. They do not depend on our knowledge of the internal structure of matter. Although in some particular cases it indirectly uses, for example, information on the interaction of structural elements.

Classical thermodynamics consists of sections:

- the main laws of thermodynamics (sometimes also called principles);
- equations of state and other properties of simple thermodynamic systems (ideal gas, real gas, dielectrics and magnets, etc.);
- equilibrium processes in simple systems, thermodynamic cycles;
- nonequilibrium processes and the law of non-decreasing entropy;
- thermodynamic phases and phase transitions.

An important methodological technique for increasing the effectiveness of training in thermodynamics, among other things, is current knowledge monitoring. Equally important is self-control, which allows the student to assess the level of his knowledge independently during the semester. The most perspective form of knowledge control is testing.

Undoubtedly, its advantages include universality, objectivity and a direct focus on the use of modern technical means, primarily computer ones. PC technologies can be successfully used at all stages of the educational process, as they allow you to highlight the general structure and main provisions of the course, summarize and systematize the material within the proposed sections or topics.

It is clear that computer testing does not allow the teacher to analyze the nature of the student's thinking, his ability to give a complete detailed answer, which is revealed in the process of an individual survey. Therefore, the most correct is the use of testing as a preliminary or additional form of knowledge control in conjunction with traditional forms – tests and exams. All of the above directly applies to foreign students studying in English.

Current knowledge control is carried out as the sections of the course are completed and allows students to objectively assess their level of knowledge. Which in turn corrects the focus of independent work within the course being studied.

These teaching materials are intended to prepare foreign students for testing in the course “Thermodynamics and statistical physics” (part I – “Thermodynamics”) in order to control and correct their knowledge.

The traditional thermodynamic designations and standard terminology [1] are used, for example, U is the internal energy, S is the entropy, μ is the chemical potential, etc. We would like to separately discuss the following two designations: c is the heat capacity of a thermodynamic system, $[c] = \text{J/K}$; C is the molar heat capacity, $[C] = \text{J/(K}\cdot\text{mol)}$.

Each item has only one correct answer. Answer numbers go from top to bottom. Literary sources containing thermodynamics [2–8] will also be very useful in studying it.

The test can also be used for self-control of knowledge in thermodynamics.

1. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ – TEST TASKS IN RUSSIAN

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
1.	Дифференциал внутренней энергии газовой системы с переменным количеством вещества имеет вид...	1) $dU = -TdS - PdV + \mu dN$;
		2) $dU = -TdS + PdV + \mu dN$;
		3) $dU = TdS - PdV + \mu dN$;
		4) $dU = TdS - PdV - \mu dN$;
		5) $dU = TdS + PdV - \mu dN$.
2.	Обобщённой силой и обобщённой координатой для стержней соответственно являются...	1) f и l ;
		2) $(-f)$ и $(-l)$;
		3) f и $(-l)$;
		4) l и $(-f)$;
		5) $(-f)$ и l .
3.	Термодинамический потенциал Гиббса в СИ имеет размерность...	1) $\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}$;
		2) $\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$;
		3) $\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}$;
		4) $\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}$;
		5) $\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2$.
4.	Общее название процессов перехода макросистемы из неравновесного состояния в равновесное – это...	1) выравнивание;
		2) сублимация;
		3) релаксация;
		4) работа;
		5) теплопередача.
5.	Критический объем $V_{кр} = 4b$ соответствует уравнению состояния...	1) Редлиха – Квонга;
		2) Ван-дер-Ваальса;
		3) Дитеричи-I;
		4) Дитеричи-II;
		5) Бертло.
6.	КПД тепловой машины η изменяется в пределах...	1) $0 < \eta < 10$;
		2) $0 < \eta < 1$;
		3) $1 < \eta < 2$;
		4) $1 < \eta < 10$;
		5) $0,5 < \eta < 1,5$.
7.	Первое уравнение Эренфеста следует из равенства... фаз.	1) молярных энтропий;
		2) молярных объёмов;
		3) химических потенциалов;
		4) термодинамических потенциалов Гиббса;
		5) температур.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
8.	Из равенства химических потенциалов фаз следует уравнение...	1) Клапейрона – Клаузиуса;
		2) Менделеева – Клапейрона;
		3) Ван-дер-Ваальса;
		4) Бертло;
		5) политропы.
9.	Если показатель политропы $\kappa = 0$, то процесс подчиняется закону...	1) Шарля;
		2) Бернулли;
		3) Бойля – Мариотта;
		4) Гей-Люссака;
		5) Пуассона.
10.	Если в PV -плоскости изотерма не может иметь точку касания с осью V , то мы имеем дело с...	1) вторым уравнением Дитеричи;
		2) первым уравнением Дитеричи;
		3) уравнением Бертло;
		4) уравнением Редлиха – Квонга;
		5) уравнением Ван-дер-Ваальса.
11.	Процесс Джоуля – Томсона является...	1) изотермическим;
		2) изобарным;
		3) изохорным;
		4) изоэнтальпическим;
		5) адиабатическим.
12.	В двухпараметрических уравнениях состояния параметр b имеет размерность...	1) энергии;
		2) давления;
		3) объёма;
		4) энтропии;
		5) температуры.
13.	Свободная энергия газа F определяется выражением...	1) $F = U + TS + PV$;
		2) $F = U - TS + PV$;
		3) $F = U + PV$;
		4) $F = U - TS$;
		5) $F = U + TS$.
14.	Изотермы газа Ван-дер-Ваальса в PV -плоскости при $T < T_{кр}$ имеют...	1) один экстремум;
		2) два экстремума;
		3) точку перегиба;
		4) множество точек перегиба;
		5) разрыв.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
15.	Термодинамические системы, имеющие несколько нетепловых степеней свободы, называются...	1) адиабатическими;
		2) политехническими;
		3) замкнутыми;
		4) политропическими;
		5) поливариантными.
16.	Количество теплоты Q в термодинамике является...	1) функцией состояния;
		2) функцией баланса;
		3) функцией процесса;
		4) функционалом меры;
		5) функционалом действия.
17.	Изменение типа кристаллической решетки, приводящее к скачку теплоемкости, – это...	1) фазовый переход I рода;
		2) фазовый переход II рода;
		3) фазовый переход 0 рода;
		4) нефазовый переход;
		5) безфазовый переход.
18.	Аналог формулы Майера для идеальных стержней имеет вид...	1) $c_l - 2c_f = 0$;
		2) $c_l + c_f = 0$;
		3) $c_f + 2c_l = 0$;
		4) $c_f - c_l = R$;
		5) $c_f - c_l = 0$.
19.	Если в уравнении состояния идеального газа положить $R = 8,31$ Дж/(град·моль), то шкала температур становится шкалой...	1) Фаренгейта;
		2) Цельсия;
		3) Кельвина;
		4) Планка;
		5) Больцмана.
20.	Принцип Нернста называют... термодинамики.	1) третьим началом;
		2) вторым началом;
		3) первым началом;
		4) нулевым началом;
		5) абсолютным началом.
21.	Второе начало термодинамики запрещает иметь КПД цикла...	1) равный 0;
		2) равный 1;
		3) равный 0,5;
		4) вообще;
		5) меньше 1.
22.	Цикл Карно состоит из...	1) 1 адиабаты и 2 изотерм;
		2) 2 адиабат и 2 изотерм;
		3) 2 адиабат и 1 изотермы;
		4) 2 изохор и 2 изобар;
		5) 1 изотермы и 2 изобар.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
23.	Термодинамический коэффициент вида $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P$ для идеального газа равен...	1) $\frac{T}{P}$;
		2) $\frac{R}{P}$;
		3) $\frac{P}{R}$;
		4) $\frac{V}{P}$;
		5) $\frac{R}{V}$.
24.	Таблица термодинамических коэффициентов содержит... частных производных.	1) 19;
		2) 13;
		3) 8;
		4) 10;
		5) 12.
25.	Физическое равноправие PV - и TS -плоскостей достигается условием...	1) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} = 0$;
		2) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} = 1$;
		3) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} = 2$;
		4) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} \neq 1$;
		5) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} \neq 0$.
26.	Полным является дифференциал...	1) работы A ;
		2) теплоты Q ;
		3) теплоёмкости c_P ;
		4) энтропии S ;
		5) теплоёмкости c_V .
27.	Молярный термодинамический потенциал Гиббса – это... потенциал.	1) химический;
		2) адиабатический;
		3) изотермический;
		4) изобарный;
		5) изохорный.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
28.	Уравнение состояния вида $P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^{\frac{5}{3}}}$ – это...	1) I-е уравнение Дитеричи;
		2) уравнение Бертло;
		3) уравнение Клапейрона;
		4) уравнение Клаузиуса;
		5) II-е уравнение Дитеричи.
29.	Нефизическая область эффекта Джоуля – Томсона для газа Бертло удовлетворяет условию...	1) $P \leq 8,485P_{кр}$;
		2) $P > 8,485P_{кр}$;
		3) $\lambda > 0$;
		4) $\lambda < 0$;
		5) $P < 0$.
30.	Приведённая форма некоторой переменной X определяется отношением...	1) $\left(\frac{X}{X_{кр}}\right)^2$;
		2) $\frac{X_{кр}}{X}$;
		3) $X_{кр} \cdot X$;
		4) $\frac{X}{X_{кр}}$;
		5) $X \cdot (X_{кр})^{\frac{1}{2}}$.
31.	По отношению к количеству вещества системы N температура T и давление P являются параметрами...	1) экстенсивными;
		2) аддитивными;
		3) интенсивными;
		4) безразличными;
		5) поливариантными.
32.	На изотермах газа Ван-дер-Ваальса в PV -плоскости нефизическая область там, где...	1) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T > 0$;
		2) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T < 0$;
		3) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T > 0$;
		4) $\left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_T > 0$;
		5) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_V > 0$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
33.	Адиабатическая теплоемкость термодинамической системы c_s равна...	1) R ;
		2) ∞ ;
		3) 0;
		4) 1;
		5) c_T .
34.	Метастабильное состояние растянутой жидкости возникает при условии...	1) $P < 0, V > 0, T > 0$;
		2) $P > 0, V > 0, T > 0$;
		3) $P < 0, V < 0, T > 0$;
		4) $P < 0, V > 0, T < 0$;
		5) $P < 0, V < 0, T < 0$.
35.	В уравнении состояния идеального стержня отсутствует...	1) модуль Юнга;
		2) площадь сечения;
		3) температура;
		4) объём;
		5) длина.
36.	Условие фазового равновесия – это...	1) $V_1(T, S) = V_2(T, S)$;
		2) $P_1(T, S) = P_2(T, S)$;
		3) $S_1(P, V) = S_2(P, V)$;
		4) $W_1(T, V) = W_2(T, V)$;
		5) $\mu_1(P, T) = \mu_2(P, T)$.
37.	В теплоизолированных системах энтропия возрастает в процессах...	1) разравнивания;
		2) выравнивания;
		3) выпрямления;
		4) искривления;
		5) равновесных.
38.	Физическая и химическая неоднородность системы соответственно характеризуется наличием разных...	1) виды и отряды;
		2) компоненты и фазы;
		3) фазы и компоненты;
		4) отряды и виды;
		5) хаосы и фракталы.
39.	О температуре можно сказать, что она...	1) бинарна;
		2) аддитивна;
		3) интенсивна;
		4) экстенсивна;
		5) поливариантна.
40.	Дифференциал внутренней энергии в теории стержней имеет вид...	1) $dU = -TdS - fdl$;
		2) $dU = TdS - fdl$;
		3) $dU = -TdS + fdl$;
		4) $dU = TdS + fdl$;
		5) $dU = TdS - PdV$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
41.	Обобщённой силой и обобщённой координатой в теории газов соответственно являются...	1) P и $(-V)$;
		2) V и P ;
		3) P и V ;
		4) V и $(-P)$;
		5) $(-P)$ и V .
42.	Энтальпия W в системе СИ имеет размерность...	1) $\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$;
		2) $\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}$;
		3) $\text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2$;
		4) $\text{кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$;
		5) $\text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}$.
43.	Прямой фазовый переход из газообразного состояния в твёрдое состояние называется...	1) сублимацией;
		2) десублимацией;
		3) диффузией;
		4) кристаллизацией;
		5) антивозгонкой.
44.	Критический объём газа Ван-дер-Ваальса совпадает с критическим объёмом газа...	1) Дитеричи-I;
		2) Дитеричи-II;
		3) идеального;
		4) Клаузиуса;
		5) Бертло.
45.	КПД цикла Карно η_c определяется температурой нагревателя T_1 и температурой холодильника T_2 как...	1) $1 + \frac{T_1}{T_2}$;
		2) $1 - \frac{T_1}{T_2}$;
		3) $\frac{T_1}{T_2} - 1$;
		4) $1 + \frac{T_2}{T_1}$;
		5) $1 - \frac{T_2}{T_1}$.
46.	Второе уравнение Эренфеста для фазовых переходов второго рода следует из равенства... фаз.	1) внутренних энергий;
		2) молярных энтальпий;
		3) потенциалов Гиббса;
		4) молярных объёмов;
		5) молярных энтропий.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
47.	При фазовых переходах первого рода наличие теплообмена с внешними системами обусловлено изменением... фаз.	1) молярных объёмов;
		2) молярных энтропий;
		3) молярных энтальпий;
		4) теплоемкостей;
		5) сжимаемостей.
48.	Если уравнение политропы приводит к закону Бойля – Мариотта, то показатель политропы κ равен...	1) 0;
		2) ∞ ;
		3) 1;
		4) π ;
		5) $-\infty$.
49.	Показатель политропы определяется соотношением...	1) $\kappa = \frac{c - c_V}{c - c_P}$;
		2) $\kappa = \frac{c - c_T}{c - c_S}$;
		3) $\kappa = \frac{c - c_P}{c - c_V}$;
		4) $\kappa = \frac{c - c_S}{c - c_T}$;
		5) $\kappa = \frac{c - c_P}{c - c_T}$.
50.	В процессе Джоуля – Томсона давления начального P_1 и конечного P_2 состояний соотносятся как...	1) $P_1 < P_2$;
		2) $P_1 > P_2$;
		3) $P_1 = P_2$;
		4) $P_1 \neq P_2$;
		5) $P_1 \approx P_2$.
51.	Йоханнес Дидерик ван-дер-Ваальс получил Нобелевскую премию по физике в...	1) 1910 году;
		2) 1920 году;
		3) 1930 году;
		4) 1940 году;
		5) 1900 году.
52.	Термодинамический потенциал Гиббса Φ определяется выражением...	1) $\Phi = F - U + PV$;
		2) $\Phi = U + PV + TS$;
		3) $\Phi = U - TS + PV$;
		4) $\Phi = F + PV$;
		5) $\Phi = F - U$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
53.	Семейство изотерм идеального стержня в fl -плоскости представляет собой, исходящие из точки $f = -\sigma E \dots$	1) параболы;
		2) гиперболы;
		3) экспоненты;
		4) прямые;
		5) синусоиды.
54.	Поливариантная система считается бинарной, если число её нетепловых степеней свободы равно...	1) 0;
		2) 1;
		3) 2;
		4) 3;
		5) 4.
55.	Равная нулю работа соответствует... процессу.	1) изотермическому;
		2) изохорному;
		3) изобарному;
		4) адиабатическому;
		5) круговому.
56.	Явление кристаллизации происходит при постоянстве...	1) объёма и температуры;
		2) объёма и давления;
		3) давления и температуры;
		4) энтропии и объёма;
		5) энтропии и давления.
57.	Формула Майера – это...	1) $C_V - C_P = R$;
		2) $C_V + C_P = R$;
		3) $C_V - C_P = 0$;
		4) $C_P + C_V = 2R$;
		5) $C_P - C_V = R$.
58.	Универсальная газовая постоянная R равна...	1) $6,67 \text{ м}^2\text{кг}/(\text{с}^2\text{К}\cdot\text{моль})$;
		2) $8,31 \text{ м}^2\text{кг}/(\text{с}^2\text{К}\cdot\text{моль})$;
		3) $9,8 \text{ м}^2\text{кг}/(\text{с}^2\text{К}\cdot\text{моль})$;
		4) $5,67 \text{ м}^2\text{кг}/(\text{с}^2\text{К}\cdot\text{моль})$;
		5) $2,9 \text{ м}^2\text{кг}/(\text{с}^2\text{К}\cdot\text{моль})$.
59.	Принцип Нернста регламентирует поведение... при $T \rightarrow 0$.	1) давления;
		2) энтропии;
		3) потенциала Гиббса;
		4) объёма;
		5) свободной энергии.
60.	Второе начало термодинамики говорит о невозможности создания вечного двигателя...	1) первого рода;
		2) второго рода;
		3) третьего рода;
		4) внутреннего сгорания;
		5) на быстрых нейтронах.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
61.	Утверждение, что существует не единственная однозначная функция состояния, остающаяся постоянной при любом процессе в термостате – это...	1) принцип однозначности;
		2) принцип энтропии;
		3) принцип Нернста;
		4) принцип энергии;
		5) принцип температуры.
62.	Выражение $\Delta... = \frac{R}{\gamma - 1} \cdot \ln \frac{PV^\gamma}{P_0 V_0^\gamma}$ задаёт изменение...	1) молярной энтальпии W ;
		2) внутренней энергии U ;
		3) молярной энтропии S ;
		4) свободной энергии F ;
		5) температуры T .
63.	Полный дифференциал свободной энергии F газа имеет вид...	1) $dF = -SdT - PdV$;
		2) $dF = SdT - PdV$;
		3) $dF = -SdT + PdV$;
		4) $dF = SdT + PdV$;
		5) $dF = -TdS - PdV$.
64.	Адиабатический коэффициент объемного расширения – это...	1) $\alpha_P = V^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$;
		2) $\alpha_S = V^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_S$;
		3) $\alpha_W = V^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_W$;
		4) $\alpha_S = V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_S$;
		5) $\alpha_T = V^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$.
65.	Элемент таблицы термодинамических коэффициентов... полагается независимым.	1) $\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_S$;
		2) $\left(\frac{\partial P}{\partial S} \right)_V$;
		3) $\left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_P$;
		4) $\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$;
		5) $\left(\frac{\partial P}{\partial S} \right)_T$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
66.	Верхняя температура инверсии знака эффекта Джоуля – Томсона при нормальном давлении равная 723 К соответствует...	1) углекислому газу;
		2) кислороду;
		3) водороду;
		4) аргону;
		5) гелию.
67.	Основной компонент воздуха – это...	1) озон;
		2) молекулярный кислород;
		3) углекислый газ;
		4) молекулярный водород;
		5) молекулярный азот.
68.	Правильным термодинамическим неравенством является...	1) $\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_V = \frac{T}{c_V} < 0$;
		2) $\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_V = \frac{P}{c_V} > 0$;
		3) $\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_V = \frac{R}{c_V} > 0$;
		4) $\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_V = \frac{T}{c_V} > 0$;
		5) $\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_V = \frac{R}{c_V} < 0$.
69.	Переход металлов в сверхпроводящее состояние при наличии внешнего магнитного поля – это...	1) фазовый переход I рода;
		2) фазовый переход II рода;
		3) фазовый переход 0 рода;
		4) нефазовый переход;
		5) туннельный переход.
70.	Согласно правилу фаз Гиббса, число фаз r и число компонентов n связаны неравенством...	1) $r > n$;
		2) $r > n + 2$;
		3) $r \leq n + 1$;
		4) $r \leq n + 2$;
		5) $r \leq n + 3$.
71.	На кривой равновесия жидкой и газообразной фаз число степеней свободы L , не приводящих к нарушению равновесия, равно...	1) 0;
		2) 1;
		3) 2;
		4) 3;
		5) 4.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
72.	Уравнение состояния вида $f = E\sigma \left\{ \frac{l[1 - \alpha(T - T_0)]}{l_0} - 1 \right\}$ описывает...	1) диэлектрики;
		2) ферромагнетики;
		3) магнетики;
		4) неидеальные стержни;
		5) идеальные стержни.
73.	Изменение любой функции состояния в результате кругового процесса...	1) равно 0;
		2) равно π ;
		3) равно 1;
		4) равно ∞ ;
		5) отрицательно.
74.	При изобарном процессе в термостате термодинамический потенциал Гиббса Φ ...	1) убывает;
		2) возрастает;
		3) остаётся неизменным;
		4) равен 0;
		5) равен ∞ .
75.	Коэффициенты ν_i , указывающие, сколько молекул i -го вещества возникает или исчезает в результате одного акта реакции, называются...	1) стехиометрическими;
		2) стереометрическими;
		3) количественными;
		4) качественными;
		5) стохастическими.
76.	Дж. Гиббс внёс значительный вклад в термодинамику, работая в...	1) Утрехтском университете;
		2) Боннском университете;
		3) Римском университете;
		4) Венском университете;
		5) Йельском университете.
77.	Приведенная энтропия имеет размерность...	1) 0;
		2) 1;
		3) Дж/К;
		4) Вт·с/К;
		5) Вт/К.
78.	В дифференциале энтропии идеального стержня $dS = \frac{c_l dT}{T} + \frac{\alpha \dots \sigma l dl}{l_0}$ отсутствует...	1) жёсткость k ;
		2) объём V ;
		3) энтальпия W ;
		4) теплоёмкость c_f ;
		5) модуль Юнга E .

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
79.	Молярный термодинамический потенциал Гиббса – это...	1) химический потенциал;
		2) физический потенциал;
		3) теплоёмкость;
		4) теплопроводность;
		5) теплосодержание.
80.	В TS -плоскости цикл... выглядит как прямоугольник.	1) Бойля;
		2) Шарля;
		3) Карно;
		4) Эренфеста;
		5) Джоуля.
81.	В определении изохорного термического коэффициента давления $\beta_V = P^{-1} \left(\frac{\partial \dots}{\partial T} \right)_V$ отсутствует...	1) давление P ;
		2) энтропия S ;
		3) объём V ;
		4) работа A ;
		5) теплота Q .
82.	Давление газа P определяется через свободную энергию F как...	1) $P = \left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_V$;
		2) $P = - \left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_V$;
		3) $P = \left(\frac{\partial F}{\partial V} \right)_T$;
		4) $P = - \left(\frac{\partial F}{\partial V} \right)_T$;
		5) $P = \left(\frac{\partial F}{\partial S} \right)_T$.
83.	Если постоянная реакции удовлетворяет условию $\frac{\partial [\ln K(P, T)]}{\partial T} < 0$, то реакция является...	1) нейтральной;
		2) задерживающейся;
		3) опережающей;
		4) экзотермической;
		5) эндотермической.
84.	Людвиг Больцман окончил...	1) Боннский университет;
		2) Трирский университет;
		3) Венский университет;
		4) Университет Граца;
		5) Университет Рима.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
85.	В данном физически корректном определении химического потенциала $\mu = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \dots} \right)_{P, T}$ отсутствует...	1) энтропия S ;
		2) внутренняя энергия U ;
		3) свободная энергия F ;
		4) объём V ;
		5) количество вещества N .
86.	Энтропия S , энтальпия W , температура T и давление P связаны между собой формулой...	1) $T = \left(\frac{\partial W}{\partial S} \right)_P$;
		2) $T = \left(\frac{\partial S}{\partial W} \right)_P$;
		3) $P = \left(\frac{\partial W}{\partial S} \right)_T$;
		4) $P = \left(\frac{\partial W}{\partial T} \right)_S$;
		5) $T = \left(\frac{\partial P}{\partial S} \right)_W$.
87.	Для одного моля идеального газа верно соотношение...	1) $C_V = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}$;
		2) $C_V = \frac{R}{\gamma - 1}$;
		3) $C_V = \frac{R}{1 - \gamma}$;
		4) $C_V = \frac{2\pi R}{\gamma - 1}$;
		5) $C_V = \gamma R$.
88.	Роберт Майер обосновал первое начало термодинамики в...	1) 1822 году;
		2) 1842 году;
		3) 1862 году;
		4) 1882 году;
		5) 1902 году.
89.	В тройной точке число степеней свободы Γ , не приводящих к нарушению равновесия, равно...	1) 0;
		2) 1;
		3) 2;
		4) 3;
		5) ∞ .

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
90.	Переход гелия в сверхтекучее состояние – это...	1) фазовый переход 0 рода;
		2) фазовый переход II рода;
		3) фазовый переход I рода;
		4) тунельный переход;
		5) нефазовый переход.
91.	Всегда КПД цикла, вписанного в цикл Карно, ...КПД цикла Карно.	1) больше;
		2) равен;
		3) меньше;
		4) в 2 раза больше;
		5) в 2 раза меньше.
92.	Размерность изохорной теплоёмкости термодинамической системы c_V в СИ –...	1) Вт·м/с ² ;
		2) Вт·м/с;
		3) Вт·с/К;
		4) Дж·м/с;
		5) Вт·с/моль.
93.	Закон действующих масс определяет величину $K(P, T)$, называемую постоянной...	1) трансформации;
		2) распада;
		3) индукции;
		4) редукции;
		5) реакции.
94.	В 1913 году Нобелевскую премию по физике получил Х. Камерлинг-Оннес за исследование низких температур и получение...	1) жидкого азота;
		2) жидкого водорода;
		3) жидкого неона;
		4) жидкого гелия;
		5) жидкого воздуха.
95.	Если давление безразмерное, то оно...	1) низкое;
		2) высокое;
		3) проверенное;
		4) разведенное;
		5) приведенное.
96.	Число степеней свободы Γ , не приводящих к нарушению равновесия, связано с числом фаз r и числом компонентов n как...	1) $\Gamma = 2 + n - r$;
		2) $\Gamma = n - r$;
		3) $\Gamma = 2 + r - n$;
		4) $\Gamma = 1 + n - r$;
		5) $\Gamma = n - r - 2$.
97.	Дифференциал энтропии вида $dS = \frac{c_l dT}{T} + \frac{\alpha E \sigma l dl}{l_0}$ имеет...	1) идеальный газ;
		2) неидеальный газ;
		3) идеальный стержень;
		4) неидеальный стержень;
		5) идеальная мембрана.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
98.	В выражении для изотермической сжимаемости $K_T = -\dots^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$ отсутствует...	1) давление P ;
		2) количество вещества N ;
		3) объём V ;
		4) температура T ;
		5) энтропия S .
99.	Изохорный термический коэффициент давления – это...	1) $\beta_V = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$;
		2) $\beta_T = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T$;
		3) $\beta_V = T^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$;
		4) $\beta_S = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S$;
		5) $\beta_W = T^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_W$.
100.	Утверждение, что существует не единственная однозначная функция состояния, остающаяся постоянной при любом процессе в адиабате – это принцип...	1) температуры;
		2) энтропии;
		3) энергии;
		4) однозначности;
		5) Нернста.
101.	Эндотермическая реакция требует, чтобы постоянная реакции $K(P, T)$ удовлетворяла условию...	1) $\frac{\partial [\ln K(P, T)]}{\partial T} < 0$;
		2) $\frac{\partial [\ln K(P, T)]}{\partial T} > 0$;
		3) $\frac{\partial [\ln K(P, T)]}{\partial P} < 0$;
		4) $\frac{\partial [\ln K(P, T)]}{\partial P} > 0$;
		5) $\frac{\partial [\ln K(P, T)]}{\partial T} = 0$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
102.	В характеризующей процесс Гей-Люссака производной $\left(\frac{\partial \dots}{\partial V}\right)_U$ отсутствует...	1) температура T ;
		2) давление P ;
		3) энтропия S ;
		4) энтальпия W ;
		5) свободная энергия F .
103.	Энтропия S , термодинамический потенциал Гиббса Φ , температура T и давление P связаны между собой формулой...	1) $S = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_P$;
		2) $S = -\left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_P$;
		3) $P = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_S$;
		4) $P = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial S}\right)_T$;
		5) $T = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial S}\right)_P$.
104.	Коэффициент линейного температурного расширения α положителен у...	1) плазмы;
		2) жидкости;
		3) каучука;
		4) металла;
		5) газа.
105.	Температуру T можно определить производной...	1) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S$;
		2) $-\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V$;
		3) $-\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S$;
		4) $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V$;
		5) $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_V$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
106.	Производной свободной энергии F вида $\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V$ выражается параметр...	1) $-S$;
		2) S ;
		3) $-P$;
		4) P ;
		5) $-\Phi$.
107.	Верхняя температура инверсии знака эффекта Джоуля – Томсона при нормальном давлении для воздуха равна...	1) 500 К;
		2) 603 К;
		3) 303 К;
		4) 698 К;
		5) 103 К.
108.	Адиабатическая сжимаемость K_S – это...	1) $K_S = -P^{-1} \left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_S$;
		2) $K_S = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S$;
		3) $K_S = -V^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S$;
		4) $K_S = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_S$;
		5) $K_S = -V^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_S$.
109.	Количество теплоты рассчитывается по формуле $Q = T(S_2 - S_1)$ в... процессе.	1) адиабатическом;
		2) изотермическом;
		3) изохорном;
		4) изобарном;
		5) поливариантном.
110.	Магнитная проницаемость вещества μ , как функция температуры T – это...	1) $\mu(T) = 1 + \frac{\pi \chi_m(T)}{S}$;
		2) $\mu(T) = 1 + \frac{2\pi \chi_m(T)}{V}$;
		3) $\mu(T) = 1 + \frac{4\pi \chi_m(T)}{S}$;
		4) $\mu(T) = 1 + \frac{4\pi \chi_m(T)}{V}$;
		5) $\mu(T) = \frac{4\pi \chi_m(T)}{V}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
111.	В теории диэлектриков электрическая восприимчивость κ_e определяется из соотношения...	1) $p = \kappa_e / E$;
		2) $p = \kappa_e \cdot E$;
		3) $p = \kappa_e \cdot E^2$;
		4) $p = 2\pi\kappa_e \cdot E$;
		5) $E = \kappa_e \cdot p$.
112.	Для неполярных диэлектриков разность $c_E - c_p = \dots$	1) 0;
		2) 1;
		3) $\frac{AE^2}{T^2}$;
		4) $\frac{AE}{T}$;
		5) R .
113.	Для изобарной теплоёмкости c_p верно соотношение...	1) $c_p = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_p$;
		2) $c_p = -T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_p$;
		3) $c_p = T \left(\frac{\partial T}{\partial S} \right)_p$;
		4) $c_p = -T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$;
		5) $c_p = T \left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_p$.
114.	Физическая константа равная 8,31 Дж/(моль·К) называется постоянной...	1) Стефана – Больцмана;
		2) Планка;
		3) Вина;
		4) универсальной газовой;
		5) гравитационной.
115.	В определении термодинамического потенциала Гиббса $\Phi = \dots -TS + PV$ отсутствует...	1) количество вещества N ;
		2) химический потенциал μ ;
		3) энтальпия W ;
		4) внутренняя энергия U ;
		5) свободная энергия F .

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
116.	Приведенное давление имеет размерность...	1) Па;
		2) Н/м ² ;
		3) Дж/м ³ ;
		4) 1;
		5) Па/м.
117.	Магнитная восприимчивость χ_m сверхпроводника равна...	1) $-\frac{1}{2\pi}$;
		2) $\frac{1}{4\pi}$;
		3) $-\frac{1}{4\pi}$;
		4) 0;
		5) ∞ .
118.	<i>КПД</i> цикла Карно не зависит от характеристик...	1) топлива;
		2) кругового процесса;
		3) рабочего тела;
		4) нагревателя;
		5) холодильника.
119.	Изменение внутренней энергии идеального газа $\Delta U = \dots$	1) $c_T (T_2 - T_1)$;
		2) $c_V (T_2 - T_1)$;
		3) $c_V (S_2 - S_1)$;
		4) $c_S (T_2 - T_1)$;
		5) $c_P (T_2 - T_1)$.
120.	Функция состояния, определяемая производной $\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V$, – это...	1) химический потенциал μ ;
		2) энтальпия W ;
		3) энтропия S ;
		4) внутренняя энергия U ;
		5) давление P .
121.	Опыты по адиабатическому растяжению проволок проводили...	1) Джоуль и Хага;
		2) Джоуль и Томсон;
		3) Хага и Максвелл;
		4) Максвелл и Фарадей;
		5) Кельвин и Больцман.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
122.	Критическая температура газа, подчиняющегося второму уравнению Дитеричи, – это...	1) $T_{кр} = \frac{5a}{2^{\frac{16}{3}} R b^{\frac{2}{3}}}$;
		2) $T_{кр} = \frac{a}{2^{\frac{16}{3}} R b^{\frac{2}{3}}}$;
		3) $T_{кр} = \frac{15a}{2^{\frac{16}{3}} R b^{\frac{2}{3}}}$;
		4) $T_{кр} = \frac{15a}{2^{\frac{10}{3}} R b^{\frac{2}{3}}}$;
		5) $T_{кр} = \frac{13a}{2^{\frac{16}{3}} R b^{\frac{7}{3}}}$.
123.	В выражении для адиабатической сжимаемости $K_s = -\dots^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_s$ отсутствует...	1) давление P ;
		2) энтропия S ;
		3) температура T ;
		4) объём V ;
		5) энтальпия W .
124.	Взаимное отображение TS - и PV -плоскостей требует, чтобы якобиан $\frac{\partial(P,V)}{\partial(T,S)}$ был равен якобиану...	1) $\frac{\partial(T,S)}{\partial(P,V)}$;
		2) $\frac{\partial(P,S)}{\partial(T,V)}$;
		3) $\frac{\partial(P,T)}{\partial(V,S)}$;
		4) $\frac{\partial(T,V)}{\partial(P,S)}$;
		5) $\frac{\partial(S,V)}{\partial(T,P)}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
125.	Для идеального газа верно соотношение...	1) $C_p = \frac{\gamma R}{1-\gamma}$;
		2) $C_p = \frac{\pi \gamma R}{\gamma - 1}$;
		3) $C_p = \frac{2\gamma R}{\gamma - 1}$;
		4) $C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}$;
		5) $C_p = \frac{R}{\gamma - 1}$.
126.	Энтропия S , энтальпия W , объём V и давление P связаны между собой формулой...	1) $W = \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_S$;
		2) $V = \left(\frac{\partial W}{\partial P} \right)_S$;
		3) $V = \left(\frac{\partial W}{\partial S} \right)_P$;
		4) $W = \left(\frac{\partial V}{\partial S} \right)_P$;
		5) $P = \left(\frac{\partial W}{\partial V} \right)_S$.
127.	Физическая константа равная $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$ называется постоянной...	1) Вина;
		2) Планка;
		3) Стефана – Больцмана;
		4) универсальной газовой;
		5) гравитационной.
128.	Выражение для излучательной способности $\varepsilon(T) = \sigma T^4$ называется законом...	1) Вина;
		2) Гей-Люссака;
		3) Стефана – Больцмана;
		4) Майера;
		5) Рэлея – Джинса.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
129.	Формула Рэлея – Джинса наилучшим образом описывает тепловое чёрное излучение в... диапазоне.	1) оптическом;
		2) инфракрасном;
		3) ультрафиолетовом;
		4) рентгеновском;
		5) радио.
130.	В формуле $C_v = \frac{RT}{(\gamma - 1)(T - \theta)}$ параметр θ приравнивается к 0 вследствие эмпирически корректного поведения...	1) температуры T ;
		2) газовой постоянной R ;
		3) показателя адиабаты γ ;
		4) самой теплоёмкости C_v ;
		5) объема V .
131.	Объём V , термодинамический потенциал Гиббса Φ , температура T и давление P связаны между собой формулой...	1) $\Phi = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_V$;
		2) $V = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial T} \right)_P$;
		3) $V = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial P} \right)_T$;
		4) $\Phi = \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$;
		5) $T = \left(\frac{\partial V}{\partial \Phi} \right)_P$.
132.	Характеризующая процесс Гей-Люссака производная $\left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_U$ для газа Ван-дер-Ваальса равна...	1) $-\frac{a}{V^2 c_v}$;
		2) $\frac{a}{V^2 c_v}$;
		3) $-\frac{a}{V c_v}$;
		4) $\frac{a}{V c_v}$;
		5) $-\frac{a}{V^2 c_p}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
133.	В дифференциале термодинамического потенциала Гиббса для двухфазной системы $d\Phi = \dots + VdP + \mu_1 dN_1 - \mu_2 dN_2$ пропущено слагаемое...	1) PdV ;
		2) $-TdS$;
		3) TdS ;
		4) SdT ;
		5) $-SdT$.
134.	В определении адиабатического термического коэффициента давления $\beta_{\dots} = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_{\dots}$ отсутствует...	1) объём V ;
		2) энтропия S ;
		3) энтальпия W ;
		4) внутренняя энергия U ;
		5) свободная энергия F .
135.	Термодинамический коэффициент $\left(\frac{\partial T}{\partial E} \right)_S$ для полярных диэлектриков равен...	1) $\frac{E}{c_E T}$;
		2) $\frac{AE}{c_E T}$;
		3) 0;
		4) $\frac{E}{c_E TA}$;
		5) ∞ .
136.	Плоскостью обобщенной силы и обобщенной координаты для магнетика является...	1) fl -плоскость;
		2) PV -плоскость;
		3) HM -плоскость;
		4) ED -плоскость;
		5) TS -плоскость.
137.	Формула Вина хорошо описывает тепловое чёрное излучение в... диапазоне.	1) радио;
		2) УКВ радио;
		3) инфракрасном;
		4) оптическом;
		5) ультрафиолетовом.
138.	Для идеального газа выполняется соотношение...	1) $C_P = C_V$;
		2) $C_P = \gamma C_V$;
		3) $C_P = RC_V$;
		4) $C_V = \gamma C_P$;
		5) $C_P = (\gamma - 1)C_V$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
139.	В данном определении энтальпии $W = U + P...$ отсутствует.	1) объём V ;
		2) показатель адиабаты γ ;
		3) температура T ;
		4) энтропия S ;
		5) показатель политропы κ .
140.	В 1911 году Нобелевскую премию по физике за открытия, касающиеся законов теплового излучения, получил...	1) Вильгельм Вин;
		2) Людвиг Больцман;
		3) Йозеф Стефан;
		4) Пауль Эренфест;
		5) Дмитрий Менделеев.
141.	Значение постоянной Стефана – Больцмана равно...	1) $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Дж}/(\text{м}^2\text{K}^4\text{с})$;
		2) $5,67 \cdot 10^{-6} \text{ Н}/(\text{м}^2\text{K}^4\text{с})$;
		3) $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Дж}/(\text{мKс})$;
		4) $5,67 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}/(\text{м}^2\text{K}^4\text{с})$;
		5) $5,67 \cdot 10^8 \text{ Дж}/(\text{м}^4\text{K}^2\text{с})$.
142.	При условии равновесия потенциал Гиббса...	1) максимален;
		2) минимален;
		3) равен 0;
		4) равен ∞ ;
		5) неопределён.
143.	Выражение $T = T_1(V) \cdot \exp\left[(\gamma - 1)\frac{S}{R}\right]$ в TS -плоскости задаёт...	1) адиабату;
		2) изотерму;
		3) изоэнтальпу;
		4) изохору;
		5) изобару.
144.	В физической области изотермы выполняется неравенство...	1) $\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T > 0$;
		2) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T > 0$;
		3) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T \neq 0$;
		4) $\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \neq 0$;
		5) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T < 0$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
145.	В определении адиабатической сжимаемости чёрного излучения $K_S = \frac{\dots}{4aT^4}$ пропущено число...	1) 3;
		2) 5;
		3) 7;
		4) 9;
		5) 13.
146.	Семейство адиабат равновесного излучения – это...	1) $TV = \text{const}$;
		2) $T^5V = \text{const}$;
		3) $T^3V = \text{const}$;
		4) $TV^2 = \text{const}$;
		5) $T^3V^4 = \text{const}$.
147.	Давление P можно определить производной...	1) $-\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S$;
		2) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S$;
		3) $-\left(\frac{\partial V}{\partial U}\right)_S$;
		4) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_S$;
		5) $-\left(\frac{\partial V}{\partial U}\right)_T$.
148.	Универсальная газовая постоянная R связана с постоянной Больцмана k и числом Авогадро N_A как...	1) $R = \frac{k}{N_A}$;
		2) $R = k^2N_A$;
		3) $R = kN_A$;
		4) $R = 2kN_A$;
		5) $R = \frac{\pi}{kN_A}$.
149.	В 1995 году при охлаждении атомов рубидия была достигнута минимальная температура, равная...	1) $5,9 \cdot 10^{-10}$ К;
		2) $5,9 \cdot 10^{-12}$ К;
		3) $9,9 \cdot 10^{-12}$ К;
		4) $9,9 \cdot 10^{-6}$ К;
		5) $5,9 \cdot 10^{-15}$ К.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
150.	В производной свободной энергии F вида $\left(\frac{\partial F}{\partial \dots}\right)_T = -P$ отсутствует...	1) энтропия S ;
		2) теплоёмкость c_p ;
		3) объём V ;
		4) внутренняя энергия U ;
		5) давление P .
151.	Равноценность TS - и fl -плоскостей требует, чтобы якобиан $\frac{\partial(f,l)}{\partial(T,S)}$ был равен якобиану...	1) $\frac{\partial(f,l)}{\partial(S,T)}$;
		2) $\frac{\partial(S,T)}{\partial(l,f)}$;
		3) $\frac{\partial(l,f)}{\partial(T,S)}$;
		4) $-\frac{\partial(T,S)}{\partial(f,l)}$;
		5) $-\frac{\partial(S,T)}{\partial(l,f)}$.
152.	В барометрической формуле $P = P_0 \exp\left(-\frac{Mgh}{R\dots}\right)$ отсутствует...	1) показатель адиабаты γ ;
		2) энтальпия W ;
		3) температура T ;
		4) энтропия S ;
		5) объём V .
153.	Равновесие твёрдой, жидкой и газообразной фаз невозможно для...	1) железа;
		2) углерода;
		3) углекислого газа;
		4) гелия;
		5) воды.
154.	Коэффициент линейного температурного расширения α отрицателен у...	1) металлов;
		2) газов;
		3) жидкостей;
		4) резин;
		5) плазмы.
155.	Размерность химического потенциала μ в СИ –...	1) Вт·с;
		2) Дж/моль;
		3) Вт/с;
		4) Дж·моль;
		5) Вт/моль.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
156.	При экзотермической реакции...	1) $Q < 0$;
		2) $Q > 0$;
		3) $A = 0$;
		4) $A < 0$;
		5) $Q = 0$.
157.	Критическое давление газа, подчиняющегося первому уравнению Дитеричи, равно...	1) $P_k = \frac{a}{b^2 e^2}$;
		2) $P_k = \frac{a}{4b^2 T^2}$;
		3) $P_k = \frac{a}{4b^2 e^2}$;
		4) $P_k = \frac{3a}{4b^2 e^2}$;
		5) $P_k = \frac{a}{4\pi b^2 e}$.
158.	Для химического потенциала μ утверждение, что $\mu = \frac{\Phi}{N}$, справедливо...	1) никогда;
		2) иногда;
		3) всегда;
		4) только для газов;
		5) только для плазмы.
159.	Энтропия равновесного излучения – это...	1) $S = \frac{4\sigma T^3 V}{3} + \text{const}$;
		2) $S = \frac{2\sigma T^3 V}{3} + \text{const}$;
		3) $S = \frac{\sigma T^3 V}{3} + \text{const}$;
		4) $S = \frac{4\sigma T^3 V}{5} + \text{const}$;
		5) $S = 4\sigma T^3 V + \text{const}$.
160.	Верхнее значение температуры ограничено планковской температурой T_P равной...	1) $1,4168 \cdot 10^{32}$ К;
		2) $1,4168 \cdot 10^{22}$ К;
		3) $1,4168 \cdot 10^{12}$ К;
		4) $2,8336 \cdot 10^{32}$ К;
		5) $2,8336 \cdot 10^{22}$ К.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
161.	Закон Кюри для магнетиков имеет вид...	1) $M = \frac{H}{T}$;
		2) $M = \kappa_m H$;
		3) $M = \kappa_m \frac{H}{T}$;
		4) $M = \frac{\gamma H}{T}$;
		5) $M = \frac{AT}{H}$.
162.	Выражение вида $T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ задаёт разность...	1) $c_V - c_T$;
		2) $c_V - c_P$;
		3) $c_P - c_V$;
		4) $c_T - c_P$;
		5) $c_V - c_S$.
163.	В условиях равновесия свободная энергия F ...	1) минимальна;
		2) максимальна;
		3) равна 0;
		4) равна ∞ ;
		5) неопределена.
164.	Приведенная температура имеет размерность...	1) $^{\circ}\text{C}$;
		2) К;
		3) 1;
		4) $^{\circ}\text{F}$;
		5) Дж.
165.	Давление смеси химически не взаимодействующих идеальных газов определяется законом...	1) Дальтона;
		2) Гей-Люссака;
		3) Бойля – Мариотта;
		4) Пуассона;
		5) Шарля.
166.	В уравнении состояния идеального стержня $f = E\sigma \left\{ \frac{l[1 - \alpha(T - T_0)]}{l_0} - 1 \right\}$ величина T_0 равна...	1) 0 К;
		2) 0 $^{\circ}\text{C}$;
		3) 0 $^{\circ}\text{F}$;
		4) 100 $^{\circ}\text{C}$;
		5) 100 К.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
167.	Выражение вида $T \left(\frac{\partial f}{\partial T} \right)_l \cdot \left(\frac{\partial l}{\partial T} \right)_f$ задаёт разность...	1) $c_s - c_l$;
		2) $c_f - c_l$;
		3) $c_l - c_f$;
		4) $c_f - c_s$;
		5) $c_f - c_v$.
168.	Отношение критических объёмов для второго и первого уравнений Дитеричи равно...	1) 1;
		2) 1,5;
		3) 2;
		4) 2,5;
		5) 3.
169.	Физически корректное определение химического потенциала μ – это...	1) $\mu = \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_{V, T}$;
		2) $\mu = \left(\frac{\partial F}{\partial N} \right)_{S, T}$;
		3) $\mu = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial T} \right)_{V, S}$;
		4) $\mu = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_{V, P}$;
		5) $\mu = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial N} \right)_{P, T}$.
170.	Если координаты тройной точки $T = -56,6$ °С и $P = 0,52$ МПа, то это вещество...	1) озон;
		2) углекислый газ;
		3) кислород;
		4) азот;
		5) водород.
171.	Физическая константа равная $5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м ² К ⁴) называется постоянной...	1) Планка;
		2) Вина;
		3) Стефана – Больцмана;
		4) Рэлея – Джинса;
		5) Гиббса.
172.	Лорд Рэлей в 1904 году получил Нобелевскую премию по физике за исследование реальных газов и открытие...	1) неона;
		2) аргона;
		3) ксенона;
		4) криптона;
		5) астата.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
173.	Верхняя температура инверсии знака эффекта Джоуля – Томсона при нормальном давлении для N_2 равна...	1) 621 К;
		2) 611 К;
		3) 601 К;
		4) 591 К;
		5) 581 К.
174.	Если температура стала безразмерной, то она –...	1) приведенная;
		2) высокая;
		3) приравненная;
		4) нефизическая;
		5) низкая.
175.	В данном определении свободной энергии $F = U - T...$ отсутствует.	1) энтальпия W ;
		2) энтропия S ;
		3) теплоёмкость c_p ;
		4) теплоёмкость c_v ;
		5) объём V .
176.	Теплосодержание – это синоним...	1) внутренней энергии;
		2) энтропии;
		3) энтальпии;
		4) теплоёмкости;
		5) теплопроводности.
177.	Дифференциал энтальпии dW для системы с переменным количеством вещества имеет вид...	1) $dW = SdT + VdP + \mu dN$;
		2) $dW = -TdS + VdP - \mu dN$;
		3) $dW = TdS + VdP + \mu dN$;
		4) $dW = SdT - VdP + \mu dN$;
		5) $dW = TdS + PdV + \mu dNi$.
178.	Наличие внешнего потенциального поля позволяет для давления P получить барометрическую формулу вида...	1) $P = P_0 \exp\left(-\frac{Mh}{RT}\right)$;
		2) $P = P_0 \exp\left(-\frac{Mgh}{T}\right)$;
		3) $P = -P_0 \exp\left(-\frac{Mgh}{RT}\right)$;
		4) $P = P_0 \exp\left(-\frac{Mgh}{RT}\right)$;
		5) $P = -P_0 \exp\left(\frac{Mgh}{RT}\right)$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
179.	Размерность свободной энергии F в СИ –...	1) Вт;
		2) Вт·с;
		3) Дж·с;
		4) Дж/с;
		5) Вт/с.
180.	Переход металлов в сверхпроводящее состояние в отсутствии внешнего... является фазовым переходом второго рода.	1) электрического поля;
		2) магнитного поля;
		3) гравитационного поля;
		4) давления;
		5) подогрева.
181.	Изобара в TS -плоскости задаётся выражением...	1) $T = T_1(P) \exp \left[(\gamma - 1) \frac{S}{2R} \right];$
		2) $T = T_1(P) \exp \left[2(\gamma - 1) \frac{S}{R} \right];$
		3) $T = T_1(P) \exp \left[(\gamma - 1) \frac{S}{\gamma R} \right];$
		4) $T = T_1(P) \exp \left[(\gamma - 1) \frac{\gamma S}{R} \right];$
		5) $T = T_1(P) \exp \left[(\gamma - 1) \frac{S}{\pi R} \right].$
182.	Изотермическая сжимаемость K_T чёрного излучения равна...	1) $\pm\infty$;
		2) $\pm e$;
		3) $\pm\pi$;
		4) ∞ ;
		5) 0.
183.	Процесс перехода в равновесное состояние неравновесной системы, состоящей из равновесных подсистем, – это...	1) выравнивание;
		2) выпрямление;
		3) приравнивание;
		4) расслабление;
		5) расслоение.
184.	В 2018 году отмечался... юбилей Джеймса Джоуля.	1) 100-летний;
		2) 150-летний;
		3) 200-летний;
		4) 250-летний;
		5) 50-летний.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
185.	Дифференциал химического потенциала μ имеет вид...	1) $d\mu = -\frac{SdT}{N} - \frac{VdP}{N}$;
		2) $d\mu = -\frac{SdT}{N} + \frac{VdP}{N}$;
		3) $d\mu = \frac{SdT}{N} + \frac{VdP}{N}$;
		4) $d\mu = \frac{SdT}{N} - \frac{VdP}{N}$;
		5) $d\mu = -\frac{TdS}{N} + \frac{VdP}{N}$.
186.	Одно из термодинамических неравенств утверждает, что...	1) $c_V < 0$;
		2) $c_V > 0$;
		3) $c_V \neq 0$;
		4) $c_V > C_P$;
		5) $c_V > C_T$.
187.	Аналог формулы Майера для плазмы имеет вид $C_P - C_V = \dots$	1) $R \left(1 + \frac{5A}{6RT^{\frac{3}{2}}V^{\frac{1}{2}}} \right)$;
		2) $R \left(1 + \frac{5A}{6RT^{\frac{3}{2}}V} \right)$;
		3) $R \left(1 + \frac{5A}{6RTV^{\frac{1}{2}}} \right)$;
		4) $R \left(1 + \frac{A}{RT^{\frac{3}{2}}V^{\frac{1}{2}}} \right)$;
		5) $R \left(1 + \frac{A}{6RT^{\frac{3}{2}}V^{\frac{1}{2}}} \right)$.
188.	Положение изотермы-изобары для газа Ван-дер-Ваальса определяется...	1) принципом Нернста;
		2) принципом температуры;
		3) правилом Максвелла;
		4) правилом левой руки;
		5) законом Шарля.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
189.	Параметры тройной точки воды равны соответственно...	1) $T_0 = 0,0078\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_0 = 0,006\text{ атм.}$;
		2) $T_0 = 0,78\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_0 = 0,1\text{ атм.}$;
		3) $T_0 = 78\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_0 = 3,6\text{ атм.}$;
		4) $T_0 = 178\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_0 = 6\text{ атм.}$;
		5) $T_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_0 = 1\text{ атм.}$
190.	Дифференциал термодинамического потенциала Гиббса для двухфазной системы имеет вид $d\Phi = \dots$	1) $SdT - VdP + \mu_1 dN_1 + \mu_2 dN_2$;
		2) $-SdT + VdP + \mu_1 dN_1 - \mu_2 dN_2$;
		3) $-SdT + VdP - \mu_1 dN_1 + \mu_2 dN_2$;
		4) $SdT + VdP + \mu_1 dN_1 + \mu_2 dN_2$;
		5) $-SdT + VdP + \mu_1 dN_1 + \mu_2 dN_2$.
191.	Процессом выравнивания по температуре и давлению является...	1) испарение;
		2) процесс Джоуля – Томсона;
		3) кипение;
		4) плавление;
		5) сублимация.
192.	Й. Д. Ван-дер-Ваальс обучался в... университете.	1) Московском;
		2) Боннском;
		3) Лейденском;
		4) Амстердамском;
		5) Оксфордском.
193.	При эндотермической реакции...	1) $Q < 0$;
		2) $Q = 0$;
		3) $Q > 0$;
		4) $A < 0$;
		5) $A = 0$.
194.	Выражение вида $\sum_i \mu_i \nu_i = 0$ – это условие... равновесия.	1) физического;
		2) статического;
		3) химического;
		4) динамического;
		5) температурного.
195.	Размерность энтропии S в СИ –...	1) Вт/К;
		2) Дж/К;
		3) К/Вт;
		4) Вт·К;
		5) Дж·К.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
196.	Утверждение, что внешнее воздействие на систему вызывает в ней реакцию уменьшающую результат этого воздействия, – это принцип...	1) Пуассона;
		2) Нернста;
		3) Ле-Шателье;
		4) Клаузиуса;
		5) Эренфеста.
197.	Адиабатическая сжимаемость чёрного излучения $K_S = \dots$	1) $\frac{3}{4aT^4}$;
		2) $\frac{9}{4aT^4}$;
		3) $\frac{9}{7aT^4}$;
		4) $\frac{9}{4T^4}$;
		5) $\frac{7}{4a}$.
198.	При изохорном процессе в термостате свободная энергия $F \dots$	1) остаётся неизменной;
		2) возрастает;
		3) убывает;
		4) неопределена;
		5) равна 0.
199.	Выражение вида $U = F - T \left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_V$ называют уравнением...	1) Клапейрона – Клаузиуса;
		2) Гиббса – Гельмгольца;
		3) Дирака;
		4) Эренфеста;
		5) Клейна – Гордона – Фока.
200.	Газ, подчиняющийся уравнению Бертло, имеет критическое давление...	1) $P_{кр} = \frac{aR}{216b^3}$;
		2) $P_{кр} = (aRb^3)^{\frac{1}{2}}$;
		3) $P_{кр} = \left(\frac{aR}{2b^3} \right)^{\frac{1}{2}}$;
		4) $P_{кр} = \left(\frac{aRT}{26b^3} \right)^{\frac{1}{2}}$;
		5) $P_{кр} = \left(\frac{aR}{216b^3} \right)^{\frac{1}{2}}$.

2. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ – TEST TASKS IN ENGLISH

№	The content of the question	Answer options
1.	The differential of internal energy of a gas system with a variable amount of substance has the form...	1) $dU = -TdS - PdV + \mu dN$;
		2) $dU = -TdS + PdV + \mu dN$;
		3) $dU = TdS - PdV + \mu dN$;
		4) $dU = TdS - PdV - \mu dN$;
		5) $dU = TdS + PdV - \mu dN$.
2.	The generalized force and generalized coordinate for the rods are respectively...	1) f and l ;
		2) $(-f)$ and $(-l)$;
		3) f and $(-l)$;
		4) l and $(-f)$;
		5) $(-f)$ and l .
3.	The Gibbs thermodynamic potential in SI has the dimension...	1) $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}$;
		2) $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$;
		3) $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$;
		4) $\text{kg} \cdot \text{m/s}$;
		5) $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$.
4.	The general name for the processes of transition of a macrosystem from a nonequilibrium state to an equilibrium state is...	1) an equalization;
		2) a sublimation;
		3) a relaxation;
		4) a work;
		5) a heat transfer.
5.	The critical volume $V_{cr} = 4b$ corresponds to the... equation of state.	1) Redlich – Kwong;
		2) Van der Waals;
		3) Diterici-I;
		4) Diterici-II;
		5) Berthelot.
6.	The efficiency of a heat engine η varies within the range of...	1) $0 < \eta < 10$;
		2) $0 < \eta < 1$;
		3) $1 < \eta < 2$;
		4) $1 < \eta < 10$;
		5) $0,5 < \eta < 1,5$.
7.	The first Ehrenfest equation follows from the equality of... of the phases.	1) the molar entropies;
		2) the molar volumes;
		3) the chemical potentials;
		4) the Gibbs thermodynamic potentials;
		5) the temperatures.

№	The content of the question	Answer options
8.	From the equality of the chemical potentials of the phases follows the... equation.	1) Clapeyron – Clausius; 2) Mendeleev – Clapeyron; 3) Van der Waals; 4) Berthelot; 5) polytropic.
9.	If the polytropic index $\kappa = 0$, then the process obeys... law.	1) Charles's; 2) Bernoulli's; 3) Boyle – Mariotte; 4) Gay-Lussac; 5) Poisson's.
10.	If in the PV -plane the isotherm cannot have a point of contact with the V axis, we are dealing with...	1) the second Dieterici equation; 2) the first Dieterici equation; 3) the Berthelot equation; 4) the Redlich – Kwong equation; 5) the Van der Waals equation.
11.	The Joule – Thomson process is...	1) isothermal; 2) isobaric; 3) isochoric; 4) isenthalpic; 5) adiabatic.
12.	In two-parameter equations of state, the parameter b has the dimension of...	1) energy; 2) pressure; 3) volume; 4) entropy; 5) temperature.
13.	The free energy of a gas F is determined by the expression...	1) $F = U + TS + PV$; 2) $F = U - TS + PV$; 3) $F = U + PV$; 4) $F = U - TS$; 5) $F = U + TS$.
14.	The isotherms of the Van der Waals gas in the PV -plane at $T < T_{cr}$ have...	1) one extremum; 2) two extrema; 3) an inflection point; 4) many inflection points; 5) a discontinuity.

№	The content of the question	Answer options
15.	Thermodynamic systems that have several non-thermal degrees of freedom are called...	1) adiabatic; 2) polytechnic; 3) closed; 4) polytropic; 5) polyvariant.
16.	The quantity of heat Q in thermodynamics is...	1) a function of state; 2) a function of balance; 3) a function of the process; 4) a functional of measure; 5) a functional of action.
17.	A change in the type of crystal lattice that results in a jump in heat capacity is...	1) a 1 st -order phase transition; 2) a 2 nd -order phase transition; 3) a 0 th -order phase transition; 4) a non-phase transition; 5) a phaseless transition.
18.	The analogue of Mayer's formula for ideal rods is...	1) $c_l - 2c_f = 0$; 2) $c_l + c_f = 0$; 3) $c_f + 2c_l = 0$; 4) $c_f - c_l = R$; 5) $c_f - c_l = 0$.
19.	If in the equation of state of an ideal gas we assume that $R = 8.31 \text{ J}/(\text{deg}\cdot\text{mol})$, then the temperature scale becomes the... scale.	1) Fahrenheit; 2) Celsius; 3) Kelvin; 4) Planck; 5) Boltzmann.
20.	The Nernst principle is called the... of thermodynamics.	1) third law; 2) second law; 3) first law; 4) 0 th law; 5) absolute principle.
21.	The second law of thermodynamics prohibits having a cycle efficiency...	1) equal to 0; 2) equal to 1; 3) equal to 0,5; 4) at all; 5) less than 1.
22.	The Carnot cycle consists of...	1) 1 adiabat and 2 isotherms; 2) 2 adiabats and 2 isotherms; 3) 2 adiabats and 1 isotherm; 4) 2 isochores and 2 isobars; 5) 1 isotherm and 2 isobars.

№	The content of the question	Answer options
23.	The thermodynamic coefficient of the form $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P$ for an ideal gas is equal to...	1) $\frac{T}{P}$;
		2) $\frac{R}{P}$;
		3) $\frac{P}{R}$;
		4) $\frac{V}{P}$;
		5) $\frac{R}{V}$.
24.	The table of thermodynamic coefficients contains... partial derivatives.	1) 19;
		2) 13;
		3) 8;
		4) 10;
		5) 12.
25.	The physical equality of PV - and TS -planes is achieved by the condition...	1) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} = 0$;
		2) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} = 1$;
		3) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} = 2$;
		4) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} \neq 1$;
		5) $\frac{\partial(PV)}{\partial(TS)} \neq 0$.
26.	The differential of... is full.	1) work A ;
		2) heat Q ;
		3) heat capacity c_P ;
		4) entropy S ;
		5) heat capacity c_V .
27.	The molar Gibbs thermodynamic potential is... potential.	1) a chemical;
		2) an adiabatic;
		3) an isothermal;
		4) an isobaric;
		5) an isochoric.

№	The content of the question	Answer options
28.	The equation of state of the form $P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^{\frac{5}{3}}}$ – is...	1) the 1 st -Dieterici equation;
		2) the Berthelot equation;
		3) the Clapeyron equation;
		4) the Clausius equation;
		5) the 2 nd -Dieterici equation.
29.	The non-physical region of the Joule – Thomson effect for the Berthelot gas satisfies the condition...	1) $P \leq 8,485 P_{cr}$;
		2) $P > 8,485 P_{cr}$;
		3) $\lambda > 0$;
		4) $\lambda < 0$;
		5) $P < 0$.
30.	The reduced form of variable X is determined by a relation...	1) $\left(\frac{X}{X_{cr}}\right)^2$;
		2) $\frac{X_{cr}}{X}$;
		3) $X_{cr} \cdot X$;
		4) $\frac{X}{X_{cr}}$;
		5) $X \cdot (X_{cr})^{\frac{1}{2}}$.
31.	In relation to the amount of substance of the system N , temperature T and pressure P are... parameters.	1) extensive;
		2) additive;
		3) intensive;
		4) indifferent;
		5) polyvariant.
32.	On the Van der Waals gas isotherms in the PV -plane, there is a non-physical region where...	1) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T > 0$;
		2) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T < 0$;
		3) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T > 0$;
		4) $\left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_T > 0$;
		5) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_V > 0$.

№	The content of the question	Answer options
33.	The adiabatic heat capacity of a thermodynamic system c_s is equal to...	1) R ;
		2) ∞ ;
		3) 0;
		4) 1;
		5) c_T .
34.	A metastable state of a stretched liquid arises under the condition...	1) $P < 0, V > 0, T > 0$;
		2) $P > 0, V > 0, T > 0$;
		3) $P < 0, V < 0, T > 0$;
		4) $P < 0, V > 0, T < 0$;
		5) $P < 0, V < 0, T < 0$.
35.	There is no... in the equation of state of an ideal rod.	1) Young's modulus;
		2) cross-sectional area;
		3) temperature;
		4) volume;
		5) length.
36.	The phase equilibrium condition has the form...	1) $V_1(T, S) = V_2(T, S)$;
		2) $P_1(T, S) = P_2(T, S)$;
		3) $S_1(P, V) = S_2(P, V)$;
		4) $W_1(T, V) = W_2(T, V)$;
		5) $\mu_1(P, T) = \mu_2(P, T)$.
37.	In thermally insulated systems, entropy increases in... processes.	1) leveling;
		2) equalization;
		3) straightening;
		4) curvature;
		5) equilibrium.
38.	The physical and chemical heterogeneity of a system is respectively characterized by the presence of different...	1) types and orders;
		2) components and phases;
		3) phases and components;
		4) orders and types;
		5) chaos and fractals.
39.	About temperature we can say that it is...	1) binary;
		2) additive;
		3) intensive;
		4) extensive;
		5) polyvariant.
40.	The differential of internal energy in rod theory has the form...	1) $dU = -TdS - fdl$;
		2) $dU = TdS - fdl$;
		3) $dU = -TdS + fdl$;
		4) $dU = TdS + fdl$;
		5) $dU = TdS - PdV$.

№	The content of the question	Answer options
41.	The generalized force and generalized coordinate in gas theory are respectively...	1) P and $(-V)$;
		2) V and P ;
		3) P and V ;
		4) V and $(-P)$;
		5) $(-P)$ and V .
42.	Enthalpy W in the SI has the dimension...	1) $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$;
		2) $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$;
		3) $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$;
		4) $\text{kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^2$;
		5) $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}$.
43.	A direct phase transition from a gaseous state to a solid state is called...	1) sublimation;
		2) desublimation;
		3) diffusion;
		4) crystallization;
		5) anti-sublimation.
44.	The critical volume of a Van der Waals gas coincides with the critical volume of... gas	1) a Dieterici-I;
		2) a Dieterici-II;
		3) an ideal;
		4) a Clausius;
		5) a Berthelot.
45.	The efficiency of the Carnot cycle η_C is determined by the temperature of the heater T_1 and the temperature of the refrigerator T_2 as...	1) $1 + \frac{T_1}{T_2}$;
		2) $1 - \frac{T_1}{T_2}$;
		3) $\frac{T_1}{T_2} - 1$;
		4) $1 + \frac{T_2}{T_1}$;
		5) $1 - \frac{T_2}{T_1}$.
46.	The second Ehrenfest equation for second-order phase transitions follows from the equality of... of the phases.	1) the internal energies;
		2) the molar enthalpies;
		3) the Gibbs potentials;
		4) the molar volumes;
		5) the molar entropies.

№	The content of the question	Answer options
47.	During first-order phase transitions, the presence of heat exchange with external systems is due to a change in... of the phases.	1) the molar volumes;
		2) the molar entropies;
		3) the molar enthalpies;
		4) the heat capacities;
		5) the compressibilities.
48.	If the polytropic equation leads to the Boyle – Mariotte law, then the polytropic index κ is equal to...	1) 0;
		2) ∞ ;
		3) 1;
		4) π ;
		5) $-\infty$.
49.	The polytropic index is determined by the ratio...	1) $\kappa = \frac{c - c_V}{c - c_P}$;
		2) $\kappa = \frac{c - c_T}{c - c_S}$;
		3) $\kappa = \frac{c - c_P}{c - c_V}$;
		4) $\kappa = \frac{c - c_S}{c - c_T}$;
		5) $\kappa = \frac{c - c_P}{c - c_T}$.
50.	In the Joule – Thomson process, the pressures of the initial state P_1 and final state P_2 are related as...	1) $P_1 < P_2$;
		2) $P_1 > P_2$;
		3) $P_1 = P_2$;
		4) $P_1 \neq P_2$;
		5) $P_1 \approx P_2$.
51.	Johannes Diderik van der Waals received the Nobel Prize in Physics in...	1) 1910;
		2) 1920;
		3) 1930;
		4) 1940;
		5) 1900.
52.	The Gibbs thermodynamic potential Φ is determined by the expression...	1) $\Phi = F - U + PV$;
		2) $\Phi = U + PV + TS$;
		3) $\Phi = U - TS + PV$;
		4) $\Phi = F + PV$;
		5) $\Phi = F - U$.

№	The content of the question	Answer options
53.	The family of isotherms of an ideal rod in the f -plane is represented by... emanating from the point $f = -\sigma E$.	1) parabolas;
		2) hyperbolas;
		3) exponentials;
		4) straight lines;
		5) sinusoids.
54.	A polyvariant system is considered binary if the number of its non-thermal degrees of freedom is equal to...	1) 0;
		2) 1;
		3) 2;
		4) 3;
		5) 4.
55.	Zero work corresponds to... process.	1) isothermal;
		2) isochoric;
		3) isobaric;
		4) adiabatic;
		5) circular.
56.	The phenomenon of crystallization occurs at constant...	1) volume and temperature;
		2) volume and pressure;
		3) pressure and temperature;
		4) entropy and volume;
		5) entropy and pressure.
57.	Mayer's formula is...	1) $C_V - C_P = R$;
		2) $C_V + C_P = R$;
		3) $C_V - C_P = 0$;
		4) $C_P + C_V = 2R$;
		5) $C_P - C_V = R$.
58.	The universal gas constant R is equal to...	1) $6,67 \text{ m}^2\text{kg}/(\text{s}^2\text{K}\cdot\text{mol})$;
		2) $8,31 \text{ m}^2\text{kg}/(\text{s}^2\text{K}\cdot\text{mol})$;
		3) $9,8 \text{ m}^2\text{kg}/(\text{s}^2\text{K}\cdot\text{mol})$;
		4) $5,67 \text{ m}^2\text{kg}/(\text{s}^2\text{K}\cdot\text{mol})$;
		5) $2,9 \text{ m}^2\text{kg}/(\text{s}^2\text{K}\cdot\text{mol})$.
59.	The Nernst principle regulates the behavior of... when $T \rightarrow 0$.	1) pressure;
		2) entropy;
		3) Gibbs potential;
		4) volume;
		5) free energy.
60.	The second law of thermodynamics indicates the impossibility of creating a perpetual motion machine...	1) of the first kind;
		2) of the second kind;
		3) of the third kind;
		4) of the internal combustion;
		5) on fast neutrons.

№	The content of the question	Answer options
61.	The statement that there is more than one single-valued state function that remains constant for any process in a thermostat is...	1) the principle of uniqueness;
		2) the entropy principle;
		3) the Nernst principle;
		4) the energy principle;
		5) the temperature principle.
62.	The expression $\Delta... = \frac{R}{\gamma-1} \cdot \ln \frac{PV^\gamma}{P_0V_0^\gamma}$ determines the change in...	1) molar enthalpy W ;
		2) internal energy U ;
		3) molar entropy S ;
		4) free energy F ;
		5) temperature T .
63.	The total differential of the free energy F of a gas has the form...	1) $dF = -SdT - PdV$;
		2) $dF = SdT - PdV$;
		3) $dF = -SdT + PdV$;
		4) $dF = SdT + PdV$;
		5) $dF = -TdS - PdV$.
64.	Adiabatic coefficient of volumetric expansion is...	1) $\alpha_p = V^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$;
		2) $\alpha_s = V^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_s$;
		3) $\alpha_w = V^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_w$;
		4) $\alpha_s = V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_s$;
		5) $\alpha_T = V^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$.
65.	The element of the table of thermodynamic coefficients... is supposed to be independent.	1) $\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_s$;
		2) $\left(\frac{\partial P}{\partial S} \right)_v$;
		3) $\left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_p$;
		4) $\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_v$;
		5) $\left(\frac{\partial P}{\partial S} \right)_T$.

№	The content of the question	Answer options
66.	The upper temperature of the sign inversion of the Joule-Thomson effect at normal pressure equal to 723 K corresponds to...	1) carbon dioxide;
		2) oxygen;
		3) hydrogen;
		4) argon;
		5) helium.
67.	The main component of air is...	1) ozone;
		2) molecular oxygen;
		3) carbon dioxide;
		4) molecular hydrogen;
		5) molecular nitrogen.
68.	The correct thermodynamic inequality is...	1) $\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_V = \frac{T}{c_V} < 0$;
		2) $\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_V = \frac{P}{c_V} > 0$;
		3) $\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_V = \frac{R}{c_V} > 0$;
		4) $\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_V = \frac{T}{c_V} > 0$;
		5) $\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_V = \frac{R}{c_V} < 0$.
69.	The transition of metals into a superconducting state in an external magnetic field is a...	1) 1 st -order phase transition;
		2) 2 nd -order phase transition;
		3) 0 th -order phase transition;
		4) non-phase transition;
		5) tunnel transition.
70.	According to the Gibbs phase rule, the number of phases r and the number of components n are related by the inequality...	1) $r > n$;
		2) $r > n + 2$;
		3) $r \leq n + 1$;
		4) $r \leq n + 2$;
		5) $r \leq n + 3$.
71.	On the equilibrium curve of the liquid and gaseous phases, the number of degrees of freedom f that do not lead to a violation of equilibrium is equal to...	1) 0;
		2) 1;
		3) 2;
		4) 3;
		5) 4.

№	The content of the question	Answer options
72.	The equation of state of the form $f = E\sigma \left\{ \frac{l[1 - \alpha(T - T_0)]}{l_0} - 1 \right\}$ describes...	1) dielectrics;
		2) ferromagnets;
		3) magnets;
		4) non-ideal rods;
		5) ideal rods.
73.	The change in any state function as a result of a circular process is...	1) equal to 0;
		2) equal to π ;
		3) equal to 1;
		4) equal to ∞ ;
		5) negative.
74.	In an isobaric process in a thermostat, the Gibbs thermodynamic potential Φ ...	1) decreases;
		2) increases;
		3) remains unchanged;
		4) is equals 0;
		5) is equals ∞ .
75.	The coefficients ν_i , indicating how many molecules of the i -th substance appear or disappear as a result of one reaction act, are called...	1) stoichiometric;
		2) stereometric;
		3) quantitative;
		4) qualitative;
		5) stochastic.
76.	J. Gibbs made significant contributions to thermodynamics while working at...	1) The Utrecht University;
		2) The University of Bonn;
		3) The University of Rome;
		4) The University of Vienna;
		5) The Yale University.
77.	The reduced entropy has the dimension...	1) 0;
		2) 1;
		3) J/K;
		4) W·s/K;
		5) W/K.
78.	In the differential entropy of an ideal rod $dS = \frac{c_l dT}{T} + \frac{\alpha \dots \sigma dl}{l_0}$ is absent...	1) rigidity k ;
		2) volume V ;
		3) enthalpy W ;
		4) heat capacity c_f ;
		5) Young's modulus E .

№	The content of the question	Answer options
79.	The molar Gibbs thermodynamic potential is...	1) a chemical potential;
		2) a physical potential;
		3) a heat capacity;
		4) a thermal conductivity;
		5) a heat content.
80.	In the TS -plane the... cycle looks like a rectangle.	1) Boyle;
		2) Charles;
		3) Carnot;
		4) Ehrenfest;
		5) Joule.
81.	In the definition of the isochoric thermal pressure coefficient $\beta_V = P^{-1} \left(\frac{\partial \dots}{\partial T} \right)_V$ is absent...	1) pressure P ;
		2) entropy S ;
		3) volume V ;
		4) work A ;
		5) heat Q .
82.	The gas pressure P is determined by the free energy F as...	1) $P = \left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_V$;
		2) $P = - \left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_V$;
		3) $P = \left(\frac{\partial F}{\partial V} \right)_T$;
		4) $P = - \left(\frac{\partial F}{\partial V} \right)_T$;
		5) $P = \left(\frac{\partial F}{\partial S} \right)_T$.
83.	If the reaction constant satisfies the condition $\frac{\partial [\ln K(P, T)]}{\partial T} < 0$, then the reaction is...	1) neutral;
		2) retarded;
		3) advanced;
		4) exothermic;
		5) endothermic.
84.	Ludwig Boltzmann graduated from...	1) The University of Bonn;
		2) The University of Trier;
		3) The University of Vienna;
		4) The University of Graz;
		5) The University of Rome.

№	The content of the question	Answer options
85.	In this physically correct definition of chemical potential $\mu = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \dots} \right)_{P, T}$ is absent...	1) entropy S ;
		2) internal energy U ;
		3) free energy F ;
		4) volume V ;
		5) amount of substance N .
86.	Entropy S , enthalpy W , temperature T and pressure P are related to each other by the formula...	1) $T = \left(\frac{\partial W}{\partial S} \right)_P$;
		2) $T = \left(\frac{\partial S}{\partial W} \right)_P$;
		3) $P = \left(\frac{\partial W}{\partial S} \right)_T$;
		4) $P = \left(\frac{\partial W}{\partial T} \right)_S$;
		5) $T = \left(\frac{\partial P}{\partial S} \right)_W$.
87.	For one mole of an ideal gas the following relation is true...	1) $C_V = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}$;
		2) $C_V = \frac{R}{\gamma - 1}$;
		3) $C_V = \frac{R}{1 - \gamma}$;
		4) $C_V = \frac{2\pi R}{\gamma - 1}$;
		5) $C_V = \gamma R$.
88.	Robert Mayer established the first law of thermodynamics in...	1) 1822;
		2) 1842;
		3) 1862;
		4) 1882;
		5) 1902.
89.	At the triple point, the number of degrees of freedom Γ that do not lead to a violation of equilibrium is equal to...	1) 0;
		2) 1;
		3) 2;
		4) 3;
		5) ∞ .

№	The content of the question	Answer options
90.	The transition of helium to a superfluid state is a...	1) 0 th -order phase transition;
		2) 2 nd -order phase transition;
		3) 1 st -order phase transition;
		4) tunnel transition;
		5) non-phase transition.
91.	Always the efficiency of the cycle inscribed in the Carnot cycle... the efficiency of the Carnot cycle.	1) greater than;
		2) is equal to;
		3) less than;
		4) two times greater than;
		5) two times less than.
92.	The dimension of isochoric heat capacity C_V of a thermodynamic system in SI is...	1) $W \cdot m/s^2$;
		2) $W \cdot m/s$;
		3) $W \cdot s/K$;
		4) $J \cdot m/s$;
		5) $W \cdot s/mol$.
93.	The law of mass action determines the value of $K(P, T)$, called the... constant.	1) transformation;
		2) decay;
		3) induction;
		4) reduction;
		5) reaction.
94.	In 1913, the Nobel Prize in Physics was awarded to H. Kamerlingh-Onnes for his low temperature research and the discovery of...	1) liquid nitrogen;
		2) liquid hydrogen;
		3) liquid neon;
		4) liquid helium;
		5) liquid air.
95.	If pressure is dimensionless, then it is...	1) low;
		2) high;
		3) verified;
		4) diluted;
		5) reduced.
96.	The number of degrees of freedom Γ that do not lead to a violation of equilibrium is related to the number of phases r and the number of components n as...	1) $\Gamma = 2 + n - r$;
		2) $\Gamma = n - r$;
		3) $\Gamma = 2 + r - n$;
		4) $\Gamma = 1 + n - r$;
		5) $\Gamma = n - r - 2$.
97.	The entropy differential $dS = \frac{c_l dT}{T} + \frac{\alpha E \sigma dl}{l_0}$ has...	1) an ideal gas;
		2) a non-ideal gas;
		3) an ideal rod;
		4) an non-ideal rod;
		5) an ideal membrane.

№	The content of the question	Answer options
98.	In the expression for isothermal compressibility $K_T = -\dots^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$ is absent...	1) pressure P ;
		2) amount of substance N ;
		3) volume V ;
		4) temperature T ;
		5) entropy S .
99.	The isochoric thermal pressure coefficient is...	1) $\beta_V = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$;
		2) $\beta_T = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T$;
		3) $\beta_V = T^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$;
		4) $\beta_S = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S$;
		5) $\beta_w = T^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_w$.
100.	The assertion that there is more than one single-valued function of state that remains constant for any process in the adiabat is the principle of...	1) temperature;
		2) entropy;
		3) energy;
		4) unambiguity;
		5) Nernst.
101.	An endothermic reaction requires that the reaction constant $K(P, T)$ satisfy the condition...	1) $\frac{\partial[\ln K(P, T)]}{\partial T} < 0$;
		2) $\frac{\partial[\ln K(P, T)]}{\partial T} > 0$;
		3) $\frac{\partial[\ln K(P, T)]}{\partial P} < 0$;
		4) $\frac{\partial[\ln K(P, T)]}{\partial P} > 0$;
		5) $\frac{\partial[\ln K(P, T)]}{\partial T} = 0$.

№	The content of the question	Answer options
102.	In the derivative $\left(\frac{\partial \dots}{\partial V}\right)_U$ characterizing the Gay-Lussac process, there is no...	1) temperature T ;
		2) pressure P ;
		3) entropy S ;
		4) enthalpy W ;
		5) free energy F .
103.	Entropy S , Gibbs thermodynamic potential F , temperature T and pressure P are related to each other by the formula...	1) $S = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_P$;
		2) $S = -\left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_P$;
		3) $P = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_S$;
		4) $P = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial S}\right)_T$;
		5) $T = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial S}\right)_P$.
104.	The coefficient of linear thermal expansion α is positive for...	1) plasma;
		2) liquid;
		3) rubber;
		4) metal;
		5) gas.
105.	Temperature T can be determined by the derivative...	1) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S$;
		2) $-\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V$;
		3) $-\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S$;
		4) $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V$;
		5) $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_V$.

№	The content of the question	Answer options
106.	The derivative of free energy F of the form $\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V$ expresses the parameter...	1) $-S$;
		2) S ;
		3) $-P$;
		4) P ;
		5) $-\Phi$.
107.	The upper inversion temperature of the sign of the Joule – Thomson effect at normal pressure for air is equal to...	1) 500 K;
		2) 603 K;
		3) 303 K;
		4) 698 K;
		5) 103 K.
108.	Adiabatic compressibility K_S is...	1) $K_S = -P^{-1} \left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_S$;
		2) $K_S = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S$;
		3) $K_S = -V^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S$;
		4) $K_S = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_S$;
		5) $K_S = -V^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_S$.
109.	The amount of heat is calculated using the formula $Q = T (S_2 - S_1)$ in the... process.	1) adiabatic;
		2) isothermal;
		3) isochoric;
		4) isobaric;
		5) polyvariant.
110.	The permeability of a substance μ as a function of temperature T is...	1) $\mu(T) = 1 + \frac{\pi \chi_m(T)}{S}$;
		2) $\mu(T) = 1 + \frac{2\pi \chi_m(T)}{V}$;
		3) $\mu(T) = 1 + \frac{4\pi \chi_m(T)}{S}$;
		4) $\mu(T) = 1 + \frac{4\pi \chi_m(T)}{V}$;
		5) $\mu(T) = \frac{4\pi \chi_m(T)}{V}$.

№	The content of the question	Answer options
111.	In the theory of dielectrics, the electrical susceptibility κ_e is determined from the relation...	1) $\mathbf{p} = \kappa_e / \mathbf{E}$;
		2) $\mathbf{p} = \kappa_e \cdot \mathbf{E}$;
		3) $\mathbf{p} = \kappa_e \cdot \mathbf{E}^2$;
		4) $\mathbf{p} = 2\pi\kappa_e \cdot \mathbf{E}$;
		5) $\mathbf{E} = \kappa_e \cdot \mathbf{p}$.
112.	For non-polar dielectrics the difference $c_E - c_P = \dots$	1) 0;
		2) 1;
		3) $\frac{AE^2}{T^2}$;
		4) $\frac{AE}{T}$;
		5) R .
113.	For the isobaric heat capacity c_P the relation... is true.	1) $c_P = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_P$;
		2) $c_P = -T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_P$;
		3) $c_P = T \left(\frac{\partial T}{\partial S} \right)_P$;
		4) $c_P = -T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$;
		5) $c_P = T \left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_P$.
114.	A physical constant equal to 8,31 J/(mol·K) is called the... constant.	1) Stefan – Boltzmann;
		2) Planck;
		3) Wien;
		4) universal gas;
		5) gravitational.
115.	In the definition of the Gibbs thermodynamic potential $\Phi = \dots - TS + PV$ there is no...	1) amount of substance N ;
		2) chemical potential μ ;
		3) enthalpy W ;
		4) internal energy U ;
		5) free energy F .

№	The content of the question	Answer options
116.	The reduced pressure has the dimension...	1) Pa;
		2) N/m ² ;
		3) J/m ³ ;
		4) 1;
		5) Pa/m.
117.	The magnetic susceptibility χ_m of a superconductor is equal to...	1) $-\frac{1}{2\pi}$;
		2) $\frac{1}{4\pi}$;
		3) $-\frac{1}{4\pi}$;
		4) 0;
		5) ∞ .
118.	The efficiency of the Carnot cycle does not depend on the characteristics of the...	1) fuel;
		2) circular process;
		3) working fluid;
		4) heater;
		5) refrigerator.
119.	The change in internal energy of an ideal gas $\Delta U = \dots$	1) $c_T (T_2 - T_1)$;
		2) $c_V (T_2 - T_1)$;
		3) $c_V (S_2 - S_1)$;
		4) $c_S (T_2 - T_1)$;
		5) $c_P (T_2 - T_1)$.
120.	The state function defined by the derivative $\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V$ is...	1) chemical potential μ ;
		2) enthalpy W ;
		3) entropy S ;
		4) internal energy U ;
		5) pressure P .
121.	Experiments on adiabatic stretching of wires were carried out by...	1) Joule and Haga;
		2) Joule and Thomson;
		3) Haga and Maxwell;
		4) Maxwell and Faraday;
		5) Kelvin and Boltzmann.

№	The content of the question	Answer options
122.	The critical temperature of a gas obeying the second Dieterici equation is...	1) $T_{cr} = \frac{5a}{2^{\frac{16}{3}} R b^{\frac{2}{3}}}$;
		2) $T_{cr} = \frac{a}{2^{\frac{16}{3}} R b^{\frac{2}{3}}}$;
		3) $T_{cr} = \frac{15a}{2^{\frac{16}{3}} R b^{\frac{2}{3}}}$;
		4) $T_{cr} = \frac{15a}{2^{\frac{10}{3}} R b^{\frac{2}{3}}}$;
		5) $T_{cr} = \frac{13a}{2^{\frac{16}{3}} R b^{\frac{7}{3}}}$.
123.	In the expression for adiabatic compressibility $K_s = -\dots^{-1} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_s$ there is no...	1) pressure P ;
		2) entropy S ;
		3) temperature T ;
		4) volume V ;
		5) enthalpy W .
124.	The mutual mapping of TS - and PV -planes requires that the Jacobian $\frac{\partial(P,V)}{\partial(T,S)}$ be equal to the Jacobian...	1) $\frac{\partial(T,S)}{\partial(P,V)}$;
		2) $\frac{\partial(P,S)}{\partial(T,V)}$;
		3) $\frac{\partial(P,T)}{\partial(V,S)}$;
		4) $\frac{\partial(T,V)}{\partial(P,S)}$;
		5) $\frac{\partial(S,V)}{\partial(T,P)}$.

№	The content of the question	Answer options
125.	For an ideal gas the relation... is true.	1) $C_p = \frac{\gamma R}{1-\gamma}$;
		2) $C_p = \frac{\pi \gamma R}{\gamma-1}$;
		3) $C_p = \frac{2\gamma R}{\gamma-1}$;
		4) $C_p = \frac{\gamma R}{\gamma-1}$;
		5) $C_p = \frac{R}{\gamma-1}$.
126.	Entropy S , enthalpy W , volume V and pressure P are related to each other by the formula...	1) $W = \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_S$;
		2) $V = \left(\frac{\partial W}{\partial P} \right)_S$;
		3) $V = \left(\frac{\partial W}{\partial S} \right)_P$;
		4) $W = \left(\frac{\partial V}{\partial S} \right)_P$;
		5) $P = \left(\frac{\partial W}{\partial V} \right)_S$.
127.	A physical constant equal to $2,9 \cdot 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K}$ is called the... constant.	1) Wien;
		2) Plank;
		3) Stefan – Boltzmann;
		4) universal gas;
		5) gravitational.
128.	The expression for the emissivity $\varepsilon(T) = \sigma T^4$ is called... law.	1) Wien's;
		2) Gay-Lussac's;
		3) Stefan – Boltzmann's;
		4) Mayer's;
		5) Rayleigh – Jeans.

№	The content of the question	Answer options
129.	The Rayleigh – Jeans formula best describes thermal blackbody radiation in the... range.	1) optical;
		2) infrared;
		3) ultraviolet;
		4) X-ray;
		5) radio.
130.	In the formula $C_V = \frac{RT}{(\gamma - 1)(T - \theta)}$ the parameter θ is equated to 0 due to the empirically correct behavior of the...	1) temperature T ;
		2) gas constant R ;
		3) adiabatic index γ ;
		4) heat capacity C_V itself;
		5) volume V .
131.	Volume V , Gibbs potential Φ , temperature T and pressure P are related to each other by the formula...	1) $\Phi = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_V$;
		2) $V = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial T} \right)_P$;
		3) $V = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial P} \right)_T$;
		4) $\Phi = \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$;
		5) $T = \left(\frac{\partial V}{\partial \Phi} \right)_P$.
132.	The derivative $\left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_U$ characterizing the Gay-Lussac process for a Van der Waals gas is equal to...	1) $-\frac{a}{V^2 c_V}$;
		2) $\frac{a}{V^2 c_V}$;
		3) $-\frac{a}{V c_V}$;
		4) $\frac{a}{V c_V}$;
		5) $-\frac{a}{V^2 c_P}$.

№	The content of the question	Answer options
133.	In the differential of the Gibbs potential for a two-phase system $d\Phi = \dots + VdP + \mu_1 dN_1 - \mu_2 dN_2$ the term... is missing.	1) PdV ;
		2) $-TdS$;
		3) TdS ;
		4) SdT ;
		5) $-SdT$.
134.	In the definition of the adiabatic thermal pressure coefficient $\beta_{\dots} = P^{-1} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_{\dots}$ there is no...	1) volume V ;
		2) entropy S ;
		3) enthalpy W ;
		4) internal energy U ;
		5) free energy F .
135.	The thermodynamic coefficient $\left(\frac{\partial T}{\partial E} \right)_s$ for polar dielectrics is...	1) $\frac{E}{c_E T}$;
		2) $\frac{AE}{c_E T}$;
		3) 0;
		4) $\frac{E}{c_E TA}$;
		5) ∞ .
136.	The plane of generalized force and generalized coordinate for a magnet is...	1) the fl -plane;
		2) the PV -plane;
		3) the HM -plane;
		4) the ED -plane;
		5) the TS -plane.
137.	Wien's formula describes well thermal black radiation in... range.	1) the radio;
		2) the VHF radio;
		3) the infrared;
		4) the optical;
		5) the ultraviolet.
138.	For an ideal gas the relation... is satisfied.	1) $C_P = C_V$;
		2) $C_P = \gamma C_V$;
		3) $C_P = RC_V$;
		4) $C_V = \gamma C_P$;
		5) $C_P = (\gamma - 1)C_V$.

№	The content of the question	Answer options
139.	In the definition of enthalpy $W = U + P...$ there is no...	1) volume V ;
		2) adiabatic index γ ;
		3) temperature T ;
		4) entropy S ;
		5) polytropic index κ .
140.	In 1911, the Nobel Prize in Physics for discoveries concerning the laws of thermal radiation was awarded to...	1) Wilhelm Wien;
		2) Ludwig Boltzmann;
		3) Joseph Stefan;
		4) Paul Ehrenfest;
		5) Dmitri Mendeleev.
141.	The value of the Stefan – Boltzmann constant is...	1) $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ J/(m}^2\text{K}^4\text{s)}$;
		2) $5,67 \cdot 10^{-6} \text{ N/(m}^2\text{K}^4\text{s)}$;
		3) $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ J/(mKs)}$;
		4) $5,67 \cdot 10^{-13} \text{ J/(m}^2\text{K}^4\text{s)}$;
		5) $5,67 \cdot 10^8 \text{ J/(m}^4\text{K}^2\text{s)}$.
142.	Under equilibrium conditions, the Gibbs potential is...	1) maximum;
		2) minimum;
		3) equal 0;
		4) equal to ∞ ;
		5) indefinite.
143.	The expression $T = T_1(V) \cdot \exp\left[(\gamma-1)\frac{S}{R}\right]$ in the TS -plane defines...	1) the adiabatic;
		2) the isotherm;
		3) the isenthalpe;
		4) the isochore;
		5) the isobar.
144.	In the physical region of the isotherm, the inequality... is satisfied.	1) $\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T > 0$;
		2) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T > 0$;
		3) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T \neq 0$;
		4) $\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \neq 0$;
		5) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T < 0$.

№	The content of the question	Answer options
145.	In the definition of the adiabatic compressibility of blackbody radiation $K_S = \frac{\dots}{4aT^4}$ the number... is missing.	1) 3;
		2) 5;
		3) 7;
		4) 9;
		5) 13.
146.	The family of equilibrium radiation adiabats is...	1) $TV = \text{const}$;
		2) $T^5V = \text{const}$;
		3) $T^3V = \text{const}$;
		4) $TV^2 = \text{const}$;
		5) $T^3V^4 = \text{const}$.
147.	The pressure P can be determined by the derivative...	1) $-\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S$;
		2) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S$;
		3) $-\left(\frac{\partial V}{\partial U}\right)_S$;
		4) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_S$;
		5) $-\left(\frac{\partial V}{\partial U}\right)_T$.
148.	The universal gas constant R is related to the Boltzmann constant k and the Avogadro number N_A as...	1) $R = \frac{k}{N_A}$;
		2) $R = k^2N_A$;
		3) $R = kN_A$;
		4) $R = 2kN_A$;
		5) $R = \frac{\pi}{kN_A}$.
149.	In 1995, when cooling rubidium atoms, a minimum temperature of... was achieved.	1) $5,9 \cdot 10^{-10}$ K;
		2) $5,9 \cdot 10^{-12}$ K;
		3) $9,9 \cdot 10^{-12}$ K;
		4) $9,9 \cdot 10^{-6}$ K;
		5) $5,9 \cdot 10^{-15}$ K.

№	The content of the question	Answer options
150.	In the derivative of free energy F of the form $\left(\frac{\partial F}{\partial \dots}\right)_T = -P$ there is no...	1) entropy S ;
		2) heat capacity c_P ;
		3) volume V ;
		4) internal energy U ;
		5) pressure P .
151.	The equivalence of the TS - and fl -planes requires that the Jacobian $\frac{\partial(f,l)}{\partial(T,S)}$ be equal to the Jacobian...	1) $\frac{\partial(f,l)}{\partial(S,T)}$;
		2) $\frac{\partial(S,T)}{\partial(l,f)}$;
		3) $\frac{\partial(l,f)}{\partial(T,S)}$;
		4) $-\frac{\partial(T,S)}{\partial(f,l)}$;
		5) $-\frac{\partial(S,T)}{\partial(l,f)}$.
152.	In the barometric formula $P = P_0 \exp\left(-\frac{Mgh}{R\dots}\right)$ there is no...	1) adiabatic index γ ;
		2) enthalpy W ;
		3) temperature T ;
		4) entropy S ;
		5) volume V .
153.	Equilibrium of solid, liquid and gaseous phases is impossible for...	1) iron;
		2) carbon;
		3) carbon dioxide;
		4) helium;
		5) water.
154.	The coefficient of linear thermal expansion α is negative for...	1) metals;
		2) gases;
		3) liquids;
		4) rubbers;
		5) plasma.
155.	The dimension of chemical potential μ in SI is...	1) $W \cdot s$;
		2) J/mol ;
		3) W/s ;
		4) $J \cdot mol$;
		5) W/mol .

№	The content of the question	Answer options
156.	In an exothermic reaction...	1) $Q < 0$;
		2) $Q > 0$;
		3) $A = 0$;
		4) $A < 0$;
		5) $Q = 0$.
157.	The critical pressure of a gas obeying the first Dieterici equation is...	1) $P_k = \frac{a}{b^2 e^2}$;
		2) $P_k = \frac{a}{4b^2 T^2}$;
		3) $P_k = \frac{a}{4b^2 e^2}$;
		4) $P_k = \frac{3a}{4b^2 e^2}$;
		5) $P_k = \frac{a}{4\pi b^2 e}$.
158.	For a chemical potential μ , the statement that $\mu = \frac{\Phi}{N}$, is true –...	1) never;
		2) sometimes;
		3) always;
		4) only for gases;
		5) only for plasma.
159.	The entropy of equilibrium radiation is...	1) $S = \frac{4\sigma T^3 V}{3} + \text{const}$;
		2) $S = \frac{2\sigma T^3 V}{3} + \text{const}$;
		3) $S = \frac{\sigma T^3 V}{3} + \text{const}$;
		4) $S = \frac{4\sigma T^3 V}{5} + \text{const}$;
		5) $S = 4\sigma T^3 V + \text{const}$.
160.	The upper value of the temperature is limited by the Planck temperature T_P equal to...	1) $1,4168 \cdot 10^{32}$ K;
		2) $1,4168 \cdot 10^{22}$ K;
		3) $1,4168 \cdot 10^{12}$ K;
		4) $2,8336 \cdot 10^{32}$ K;
		5) $2,8336 \cdot 10^{22}$ K.

№	The content of the question	Answer options
161.	Curie's law for magnets is...	1) $M = \frac{H}{T}$;
		2) $M = \kappa_m H$;
		3) $M = \kappa_m \frac{H}{T}$;
		4) $M = \frac{\gamma H}{T}$;
		5) $M = \frac{AT}{H}$.
162.	An expression of type $T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ specifies the difference...	1) $c_V - c_T$;
		2) $c_V - c_P$;
		3) $c_P - c_V$;
		4) $c_T - c_P$;
		5) $c_V - c_S$.
163.	Under equilibrium conditions, the free energy F is...	1) minimum;
		2) maximum;
		3) equal to 0;
		4) equal to ∞ ;
		5) undefined.
164.	The dimension of the reduced temperature is...	1) °C;
		2) K;
		3) 1;
		4) °F;
		5) J.
165.	The pressure of a mixture of chemically non-interacting ideal gases is determined by the... law.	1) Dalton's;
		2) Gay-Lussac's;
		3) Boyle – Mariotte's;
		4) Poisson's;
		5) Charles's.
166.	In the equation of state of an ideal rod $f = E\sigma \left\{ \frac{l[1 - \alpha(T - T_0)]}{l_0} - 1 \right\}$ value of T_0 is equal to...	1) 0 K;
		2) 0 °C;
		3) 0 °F;
		4) 100 °C;
		5) 100 K.

№	The content of the question	Answer options
167.	An expression of type $T\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)_l \cdot \left(\frac{\partial l}{\partial T}\right)_f$ specifies the difference...	1) $c_s - c_l$;
		2) $c_f - c_l$;
		3) $c_l - c_f$;
		4) $c_f - c_s$;
		5) $c_f - c_v$.
168.	The ratio of the critical volumes for the second and first Dieterici equations is...	1) 1;
		2) 1,5;
		3) 2;
		4) 2,5;
		5) 3.
169.	The physically correct definition of the chemical potential μ is...	1) $\mu = \left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_{V, T}$;
		2) $\mu = \left(\frac{\partial F}{\partial N}\right)_{S, T}$;
		3) $\mu = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_{V, S}$;
		4) $\mu = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_{V, P}$;
		5) $\mu = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial N}\right)_{P, T}$.
170.	If the coordinates of the triple point are $T = -56,6^\circ\text{C}$ and $P = 0,52\text{ MPa}$, then this substance is...	1) ozone;
		2) carbon dioxide;
		3) oxygen;
		4) nitrogen;
		5) hydrogen.
171.	The physical constant equal to $5,67 \cdot 10^{-8}\text{ BT/(M}^2\text{K}^4)$ is called the... constant.	1) Planck;
		2) Wien;
		3) Stefan – Boltzmann;
		4) Rayleigh – Jeans;
		5) Gibbs.
172.	Lord Rayleigh received the Nobel Prize in Physics in 1904 for his study of real gases and the discovery of...	1) neon;
		2) argon;
		3) xenon;
		4) krypton;
		5) astatine.

№	The content of the question	Answer options
173.	The upper temperature of the sign inversion of the Joule – Thomson effect at normal pressure for N_2 is...	1) 621 K;
		2) 611 K;
		3) 601 K;
		4) 591 K;
		5) 581 K.
174.	If the temperature is dimensionless, then it is...	1) reduced;
		2) high;
		3) equalized;
		4) non-physical;
		5) low.
175.	In the definition of free energy $F = U - T...$ there is no ...	1) enthalpy W ;
		2) entropy S .
		3) heat capacity c_P .
		4) heat capacity c_V .
		5) volume V .
176.	Heat content is a synonym for...	1) internal energy;
		2) entropy;
		3) enthalpy;
		4) heat capacity;
		5) thermal conductivity.
177.	The enthalpy differential dW for a system with a variable amount of substance has the form...	1) $dW = SdT + VdP + \mu dN$;
		2) $dW = -TdS + VdP - \mu dN$;
		3) $dW = TdS + VdP + \mu dN$;
		4) $dW = SdT - VdP + \mu dN$;
		5) $dW = TdS + PdV + \mu dNi$.
178.	The presence of an external potential field allows us to obtain for pressure P a barometric formula of the form...	1) $P = P_0 \exp\left(-\frac{Mh}{RT}\right)$;
		2) $P = P_0 \exp\left(-\frac{Mgh}{T}\right)$;
		3) $P = -P_0 \exp\left(-\frac{Mgh}{RT}\right)$;
		4) $P = P_0 \exp\left(-\frac{Mgh}{RT}\right)$;
		5) $P = -P_0 \exp\left(\frac{Mgh}{RT}\right)$.

№	The content of the question	Answer options
179.	The dimension of free energy F in SI is...	1) W;
		2) W·s;
		3) J·s;
		4) J/s;
		5) W/s.
180.	The transition of metals to the superconducting state in the absence of an external... is a second-order phase transition.	1) electric field;
		2) magnetic field;
		3) gravitational field;
		4) pressure;
		5) heating.
181.	An isobar in the TS -plane is defined by the expression...	1) $T = T_1(P) \exp \left[(\gamma - 1) \frac{S}{2R} \right];$
		2) $T = T_1(P) \exp \left[2(\gamma - 1) \frac{S}{R} \right];$
		3) $T = T_1(P) \exp \left[(\gamma - 1) \frac{S}{\gamma R} \right];$
		4) $T = T_1(P) \exp \left[(\gamma - 1) \frac{\gamma S}{R} \right];$
		5) $T = T_1(P) \exp \left[(\gamma - 1) \frac{S}{\pi R} \right].$
182.	The isothermal compressibility K_T of blackbody radiation is...	1) $\pm\infty$;
		2) $\pm e$;
		3) $\pm\pi$;
		4) ∞ ;
		5) 0.
183.	The process of transition to an equilibrium state of a nonequilibrium system consisting of equilibrium subsystems is...	1) equalization;
		2) straightening;
		3) equating;
		4) relaxation;
		5) stratification.
184.	2018 marked the... anniversary of James Joule's birth.	1) 100 th ;
		2) 150 th ;
		3) 200 th ;
		4) 250 th ;
		5) 50 th .

№	The content of the question	Answer options
185.	The differential of chemical potential μ has the form...	1) $d\mu = -\frac{SdT}{N} - \frac{VdP}{N}$;
		2) $d\mu = -\frac{SdT}{N} + \frac{VdP}{N}$;
		3) $d\mu = \frac{SdT}{N} + \frac{VdP}{N}$;
		4) $d\mu = \frac{SdT}{N} - \frac{VdP}{N}$;
		5) $d\mu = -\frac{TdS}{N} + \frac{VdP}{N}$.
186.	One of the thermodynamic inequalities states that...	1) $c_V < 0$;
		2) $c_V > 0$;
		3) $c_V \neq 0$;
		4) $c_V > C_P$;
		5) $c_V > C_T$.
187.	The analogue of Mayer's formula for plasma has the form $C_P - C_V = \dots$	1) $R \left(1 + \frac{5A}{6RT^{\frac{3}{2}}V^{\frac{1}{2}}} \right)$;
		2) $R \left(1 + \frac{5A}{6RT^{\frac{3}{2}}V} \right)$;
		3) $R \left(1 + \frac{5A}{6RTV^{\frac{1}{2}}} \right)$;
		4) $R \left(1 + \frac{A}{RT^{\frac{3}{2}}V^{\frac{1}{2}}} \right)$;
		5) $R \left(1 + \frac{A}{6RT^{\frac{3}{2}}V^{\frac{1}{2}}} \right)$.
188.	The position of the isotherm-isobar for a Van der Waals gas is determined by...	1) Nernst's principle;
		2) temperature principle;
		3) Maxwell's rule;
		4) left-hand rule;
		5) Charles's law.

№	The content of the question	Answer options
189.	The parameters of the triple point of water are respectively...	1) $T_0 = 0,0078\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_0 = 0,006\text{ atm.}$;
		2) $T_0 = 0,78\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_0 = 0,1\text{ atm.}$;
		3) $T_0 = 78\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_0 = 3,6\text{ atm.}$;
		4) $T_0 = 178\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_0 = 6\text{ atm.}$;
		5) $T_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_0 = 1\text{ atm.}$
190.	The differential of the Gibbs thermodynamic potential for a two-phase system has the form $d\Phi = \dots$	1) $SdT - VdP + \mu_1dN_1 + \mu_2dN_2$;
		2) $-SdT + VdP + \mu_1dN_1 - \mu_2dN_2$;
		3) $-SdT + VdP - \mu_1dN_1 + \mu_2dN_2$;
		4) $SdT + VdP + \mu_1dN_1 + \mu_2dN_2$;
		5) $-SdT + VdP + \mu_1dN_1 + \mu_2dN_2$.
191.	The process of equalization by temperature and pressure is...	1) evaporation;
		2) Joule – Thomson process;
		3) boiling;
		4) melting;
		5) sublimation.
192.	J. D. van der Waals studied at the... University.	1) Moscow;
		2) Bonn;
		3) Leiden;
		4) Amsterdam;
		5) Oxford.
193.	In an endothermic reaction...	1) $Q < 0$;
		2) $Q = 0$;
		3) $Q > 0$;
		4) $A < 0$;
		5) $A = 0$.
194.	An expression of the form $\sum_i \mu_i \nu_i = 0$ is the condition of... equilibrium.	1) physical;
		2) static;
		3) chemical;
		4) dynamic;
		5) temperature.
195.	The dimension of entropy S in SI is...	1) W/K;
		2) J/K;
		3) K/W;
		4) W·K;
		5) J·K.

№	The content of the question	Answer options
196.	The statement that an external influence on a system causes a reaction in it that reduces the result of this influence is the... principle.	1) Poisson's;
		2) Nernst's;
		3) Le Chatelier's;
		4) Clausius;
		5) Ehrenfest's.
197.	The adiabatic compressibility of blackbody radiation $K_S = \dots$	1) $\frac{3}{4aT^4}$;
		2) $\frac{9}{4aT^4}$;
		3) $\frac{9}{7aT^4}$;
		4) $\frac{9}{4T^4}$;
		5) $\frac{7}{4a}$.
198.	In an isochoric process in a thermostat, the free energy $F \dots$	1) remains unchanged;
		2) increases;
		3) decreases;
		4) is undefined;
		5) is equal to 0.
199.	An expression of the form $U = F - T \left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_V$ is called the... equation.	1) Clapeyron – Clausius;
		2) Gibbs-Helmholtz;
		3) Dirac;
		4) Ehrenfest;
		5) Klein – Gordon – Fock.
200.	A gas obeying the Berthelot equation has a critical pressure...	1) $P_{cr} = \frac{aR}{21b^3}$;
		2) $P_{cr} = \left(aRb^3 \right)^{\frac{1}{2}}$;
		3) $P_{cr} = \left(\frac{aR}{2b^3} \right)^{\frac{1}{2}}$;
		4) $P_{cr} = \left(\frac{aRT}{26b^3} \right)^{\frac{1}{2}}$;
		5) $P_{cr} = \left(\frac{aR}{216b^3} \right)^{\frac{1}{2}}$.

3. ОТВЕТЫ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ – ANSWERS TO THE TEST TASK

В этом пункте приводятся номера правильных ответов на все вопросы теста (таблица 1). Эти номера выделены жирным шрифтом и располагаются под номерами вопросов.

This section lists the numbers of correct answers to all test tasks (table 1). These numbers are in bold type and appear below the task numbers.

Таблица 1 – Ответы к тестовым заданиям

Table 1 – Answers to the test task

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	5	5	3	4	2	1	1	4	2
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	3	4	2	5	3	2	5	3	1
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	2	3	5	2	4	1	5	2	4
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
3	1	3	1	4	5	2	3	3	4
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
3	1	2	5	5	4	2	3	3	2
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1	3	4	3	2	3	5	2	2	2
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
5	3	1	2	4	4	5	4	1	4
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
2	5	1	1	1	5	2	5	1	3
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
1	4	4	3	5	1	2	2	1	2
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
3	3	5	4	5	1	3	3	1	2
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
2	1	2	4	4	1	2	5	2	4
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
2	1	1	4	4	4	3	3	2	3
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
1	3	4	1	4	2	1	3	5	4
131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
3	1	5	2	2	3	5	2	1	1
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
1	2	4	5	4	3	1	3	2	3
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
2	3	4	4	2	1	3	3	1	1

Окончание таблицы 1
End of table 1

161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
2	3	1	3	1	2	3	3	5	2
171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
3	2	1	1	2	3	3	4	2	2
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190
3	1	1	3	2	2	1	3	1	5
191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
2	3	3	3	2	3	2	3	2	5

ЛИТЕРАТУРА – LITERATURE

1. Румер, Ю. Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика / Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин. – Новосибирск : Изд-во Новосибирского университета, 2016. – 608 с.

Rumer, Yu. B. Thermodynamics, Statistical Physics and Kinetics / Yu. B. Rumer, M. Sh. Ryvkin. – Novosibirsk : Novosibirsk University, 2016. – 608 p. (in Russian).

2. Rau, J. Statistical Physics and Thermodynamics / J. Rau. – Oxford : Oxford University Press, 2017. – 376 p.

3. Kittel, C. Thermal Physics / C. Kittel, H. Kroemer. – San Francisco : W. H. Freeman and Company, 2013. – 475 p.

4. Байков, В. И. Теплофизика. Термодинамика и статистическая физика / В. И. Байков, Н. В. Павлюкевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 447 с.

Baikov, V. I. Thermal physics. Thermodynamics and Statistical Physics / V. I. Baikov, N. V. Pavlyukevich. – Minsk : Vysheishaya Shkola, 2018. – 447 p. (in Russian).

5. Квасников, И. А. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем / И. А. Квасников. – М. : Ленанд, 2022. – 328 с.

Kvasnikov, I. A. Thermodynamics and Statistical Physics. Theory of Equilibrium Systems / I. A. Kvasnikov. – Moscow : Lenand, 2022. – 328 p. (in Russian).

6. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : в 5 т. Т. 2: Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. – М. : Физматлит, 2024. – 544 с.

Sivukhin, D. V. General Course of Physics : in 5 Volumes. Vol. 2 : Thermodynamics and Molecular Physics / D. V. Sivukhin. – Moscow : Phyzmathlit, 2024. – 544 p. (in Russian).

7. Агеев, Е. П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах / Е. П. Агеев. – М. : Едиториал УРСС, 2019. – 136 с.

Age'ev, E. P. Non-equilibrium Thermodynamics in Questions and Answers / E. P. Age'ev. – Moscow : Editorial URSS, 2019. – 136 p. (in Russian).

8. Мазур, П. Неравновесная термодинамика / П. Мазур, С. де Гроот. – М. : Мир, 1999. – 288 с.

Mazur, P. Non-equilibrium Thermodynamics / P. Mazur, S. de Groot. – New York : Dover Publications, 1984. – 510 p.

ПОЛЕЗНЫЕ САЙТЫ – USEFUL SITES

1. <https://www.edx.org/learn/thermodynamics/>
2. <https://pll.harvard.edu/course/energy-and-thermodynamics/>
3. <https://www2.ph.ed.ac.uk/~gja/thermo/>
4. https://www.physics.ox.ac.uk/system/files/file_attachments/all_the_rmo_notes.pdf/
5. <https://www.thermodynamics-forum.com/post/best-online-resources-to-study-thermodynamics-fluid-mechanics-and-heat-transfer/>
6. <https://www.cpp.edu/meonline/thermodynamics.shtml/>
7. <https://www.udemy.com/topic/thermodynamics/>
8. http://ihed.ras.ru/~thermo/thermo_inet_ru.htm/
9. https://teachin.ru/course/1?tag=entangled|лекции|спецкурс|семинары&category=physics&sort=title_asc&search=термодинамика/
10. <https://profbeckman.narod.ru/InformLekc.files/Inf03.pdf/>
11. [https://www.thermopedia.com/ru/;](https://www.thermopedia.com/ru/)
12. <https://www.homework.ru/spravochnik/termodinamika/>
13. <https://www.thegreatcourses.com/courses/thermodynamics-four-laws-that-move-the-universe/>
14. <https://mechmath.ipmnet.ru/lib/?s=thermodynamics/>
15. https://vsedal.com/promo/reshenie_zadach_po_termodinamike?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F/

Учебное издание

Тюменков Геннадий Юрьевич

ТЕРМОДИНАМИКА

Tyumenkov Gennady Yuryevich

THERMODYNAMICS

Учебно-методическое пособие

Редактор Е. С. Балашова
Корректор В. В. Калугина

Подписано в печать 03.04.2025. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 4,88. Уч.-изд. л. 5,34.
Тираж 30 экз. Заказ 229.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий в качестве:
издателя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013 г.;
распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017 г.
Ул. Советская, 104, 246028, Гомель.

