Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

Г. Ю. ТЮМЕНКОВ, О. В. НОВИКОВА

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

G. YU. TYUMENKOV, O. V. NOVIKOVA

STATISTICAL PHYSICS

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
2026

УДК 536.9(079)
ББК 22.317.2я73
Т983

Рецензенты:

доктор физико-математических наук П. А. Хило,
доктор физико-математических наук А. В. Новицкий,
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 Статистическая физика = Statistical physics : учебно-методическое пособие / Г. Ю. Тюменков, О. В. Новикова ; М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2026. – 101 с.
ISBN 978-985-32-0206-9

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

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

УДК 536.9(079)
ББК 22.317.2я73

ISBN 978-985-32-0206-9

ОГЛАВЛЕНИЕ – CONTENTS

ВВЕДЕНИЕ – INTRODUCTION

Если мы хотим найти в классической механике «априорное» обоснование принципов термодинамики, мы должны искать механические определения температуры и энтропии.

Дж. У. Гиббс, Нью-Хейвен, 1871

Общая связь между энергией и температурой может быть установлена только путём вероятностного рассмотрения.

М. Планк, Берлин, 1925

Статистическая физика – это раздел теоретической физики, посвящённый изучению макросистем, то есть физических тел, состоящих из большого числа микрочастиц (молекул, атомов, электронов и т. д.), на основе свойств этих микрочастиц и характера взаимодействия между ними. Изучаемые системы могут быть как классическими, так и квантовыми. Другими словами, задача статистической физики заключается в следующем – зная характеристики и законы поведения микрочастиц, формирующих макросистему, получить законы поведения и характеристики самой макросистемы.

Важным методическим приемом повышения эффективности обучения статистической физике 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 предварительную либо же дополнительную форму контроля знаний совместно с традиционными формами такими, как коллоквиумы, зачёты и экзамены.

Текущий контроль знаний осуществляется по мере прохождения разделов курса и 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 «Статистическая физика») с целью контроля и коррекции знаний.

В тестовых заданиях использованы традиционные обозначения статистической физики и стандартная терминология, включающая безразмерную энтропию S и энергетическую температуру T [1], [2]. Термодинамические энтропия и температура при появлении в тексте обозначаются S_m и T_m соответственно. Отдельно хотелось бы оговорить следующие два обозначения: c – теплоёмкость термодинамической системы, $[c] = 1$; C – молярная теплоёмкость, $[C] = \text{моль}^{-1}$. Также отметим, что в ответах к заданию 83 используются δ-функция Дирака и θ-функция Хевисайда.

В каждом пункте возможен только один правильный ответ. Номера ответов идут сверху вниз. Литературные источники, содержащие статистическую физику [3]–[8], также окажутся весьма полезными при её изучении.

Тест может быть использован для проведения самоконтроля знаний по статистической физике.

If we wish to find in rational mechanics
an "a priori" foundation for the principles
of thermodynamics, we must seek
mechanical definitions of temperature
and entropy.

J. W. Gibbs, New Haven, 1871

Der allgemeine Zusammenhang zwischen
Energie und Temperatur kann
nur durch Wahrscheinlichkeit
Betrachtung hergestellt werden.

M. Planck, Berlin, 1925

Statistical physics is the branch of theoretical physics devoted to the study of macrosystems – physical bodies consisting of a large number of microparticles (molecules, atoms, electrons, etc.) – based on the properties of these microparticles and the nature of the interactions between them. The systems studied can be either classical or quantum. In other words, the goal of statistical physics is the following – knowing the characteristics and laws of behavior of the microparticles that form a macrosystem, to obtain the laws of behavior and characteristics of the macrosystem itself.

An important methodological technique for increasing the effectiveness of training in statistical physics 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 II – “Statistical physics”) in order to control and correct their knowledge.

The test tasks use traditional statistical physics designations and standard terminology, including dimensionless entropy S and energy temperature T [1], [2]. Thermodynamic entropy and temperature, when appearing in the text, are denoted by S_{th} and T_{th}, respectively. We would like to separately discuss the following two designations: c is the heat capacity of a macrosystem, $[c] = 1$; C is the molar heat capacity, $[C] = \text{mol}^{-1}$. Also, we note that the answers to task 83 use the Dirac δ-function and the Heaviside θ-function.

Each item has only one correct answer. Answer numbers go from top to bottom. Literary sources containing statistical physics [3]–[8] will also be very useful in studying it.

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

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

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
1.	При микроканоническом распределении вероятности микросостояний ω_k связаны со статистическим весом Γ как…	1) $\omega_k = \dfrac{1}{\sqrt{\Gamma}}$;
		2) $\omega_k = \dfrac{1}{\Gamma^2}$;
		3) $\omega_k = \Gamma^2$;
		4) $\omega_k = \dfrac{1}{\Gamma}$;
		5) $\omega_k = \Gamma^{\frac{3}{2}}$.
2.	Интеграл Пуассона вида $J_0 = \int\limits_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \ldots$	1) $\dfrac{3\pi}{\alpha}$;
		2) $\left(\dfrac{\pi}{\alpha}\right)^{\frac{3}{2}}$;
		3) $\left(\dfrac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{1}{2}}$;
		4) $\left(\dfrac{2\alpha}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}$;
		5) $\left(\dfrac{\pi}{\alpha}\right)^{\frac{1}{2}}$.
3.	Редукционная формула для Γ-функции имеет вид…	1) $\Gamma\left(\dfrac{n+1}{2}\right) = \dfrac{n-1}{2}\Gamma\left(\dfrac{n-1}{2}\right)$;
		2) $\Gamma\left(\dfrac{n-1}{2}\right) = \dfrac{n+1}{2}\Gamma\left(\dfrac{n+1}{2}\right)$;
		3) $\Gamma\left(\dfrac{n+1}{2}\right) = \dfrac{n+1}{2}\Gamma\left(\dfrac{n-1}{2}\right)$;
		4) $\Gamma\left(\dfrac{n-1}{2}\right) = \dfrac{n-1}{2}\Gamma\left(\dfrac{n+1}{2}\right)$;
		5) $\Gamma\left(\dfrac{n+1}{2}\right) = \dfrac{n+1}{2}\Gamma\left(\dfrac{n-3}{2}\right)$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
4.	Количество микросостояний, соответствующих данному макросостоянию, – это…	1) статистическая сумма z;
		2) статистический вес Γ;
		3) большая статсумма Q;
		4) число частиц системы N;
		5) энтропия S.
5.	$\omega(\upsilon)=\left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{m\upsilon^2}{2T}} 4\pi\upsilon^2$ – это распределение Максвелла по… частицы.	1) проекции скорости;
		2) энергии;
		3) модулю скорости;
		4) проекции импульса;
		5) модулю импульса.
6.	При каноническом распределении статистическая сумма z имеет вид…	1) $z=-\sum_k e^{\frac{E_k}{T}}$;
		2) $z=\sum_k e^{-\frac{2E_k}{T}}$;
		3) $z=\sum_k e^{-\frac{E_k}{T}}$;
		4) $z=\sum_k e^{-\frac{E_k^2}{T}}$;
		5) $z=\sum_k e^{\frac{E_k^2}{T}}$.
7.	Функция состояния, определяемая как $S=\ln\Gamma$, называется…	1) внутренней энергией;
		2) энтальпией;
		3) температурой;
		4) энтропией;
		5) свободной энергией.
8.	Каноническое распределение предполагает, что система…	1) находится в адиабате;
		2) микроскопическая;
		3) находится в баростате;
		4) изолирована;
		5) находится в термостате.
9.	Газ называется больцмановским, если число его квантовых состояний $n_{кв}$ связано с числом частиц N как…	1) $n_{кв}=N$;
		2) $n_{кв}\gg N$;
		3) $n_{кв}\ll N$;
		4) $n_{кв}\approx N$;
		5) $n_{кв}<N$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
10.	В квазиклассическом приближении число квантовых состояний $n_{кв}$ больцмановского газа определяется как…	1) $n_{кв} = \dfrac{Vp^3}{(2\pi\hbar)^3}$;
		2) $n_{кв} = \dfrac{Vp^3}{(2\pi h)^3}$;
		3) $n_{кв} = \dfrac{Vp^2}{(2\pi\hbar)^3}$;
		4) $n_{кв} = \dfrac{Vp^3}{(2\pi\hbar)^2}$;
		5) $n_{кв} = Vp^3 \cdot (2ch)^3$.
11.	Среднеквадратичное отклонение случайной величины Δx можно рассчитать по формуле…	1) $\Delta x = \left\langle \left(x - \langle x \rangle\right)^2 \right\rangle$;
		2) $\Delta x = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$;
		3) $\Delta x = \sqrt{\langle x^2 \rangle + \langle x \rangle^2}$;
		4) $\Delta x = \sqrt{\left\langle \left(x + \langle x \rangle\right)^2 \right\rangle}$;
		5) $\Delta x = \sqrt{\left\langle \left(x + \langle x \rangle\right)^3 \right\rangle}$.
12.	Дисперсия D_x случайной величины x определяется выражением…	1) $D_x = \left\langle \left(x + \langle x \rangle\right)^2 \right\rangle$;
		2) $D_x = \left\langle \left(x - \langle x \rangle\right)^2 \right\rangle$;
		3) $D_x = \left\langle \left(x - \langle x \rangle\right)^3 \right\rangle$;
		4) $D_x = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$;
		5) $D_x = \left\langle \left(x + \langle x \rangle\right)^4 \right\rangle$.
13.	Относительное отклонение случайной величины δx рассчитывается по формуле…	1) $\delta x = \langle x \rangle \cdot x$;
		2) $\delta x = x \cdot D_x$;
		3) $\delta x = \Delta x / \langle x \rangle$;
		4) $\delta x = \langle x \rangle / \Delta x$;
		5) $\delta x = \langle x \rangle \cdot D_x$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
14.	Формулой Стирлинга называется выражение…	1) $N! = \frac{Z}{2}$;
		2) $N! = \Gamma(N-1)$;
		3) $N! = \Gamma(N+1)$;
		4) $N! = (2\pi N)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{N}{e}\right)^N$;
		5) $N! = (2N)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{N}{e}\right)^N$.
15.	Формула Стирлинга допускает приближение…	1) $N! = \left(\frac{N}{e}\right)^N$;
		2) $N! = 2\pi^{\frac{1}{2}} \left(\frac{2}{e}\right)^N$;
		3) $N! = 2N^{\frac{3}{2}} \left(\frac{N}{\pi}\right)^N$;
		4) $N! = (\pi N)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{e}{N}\right)^{2N}$;
		5) $N! = 2\pi N \left(\frac{N}{3}\right)^{3N}$.
16.	Неравновесные состояния и неравновесные процессы в рамках статистического метода изучает…	1) статистическая физика;
		2) термодинамика;
		3) физическая кинетика;
		4) физическая химия;
		5) физико-химическая гиперстатистика.
17.	Равновесные состояния и равновесные процессы в рамках статистического метода изучает…	1) термодинамика;
		2) химическая физика;
		3) физическая химия;
		4) статистическая физика;
		5) физическая кинетика.
18.	$6N$-мерное пространство, координатами которого являются канонические переменные, называется…	1) римановым;
		2) фазовым;
		3) евклидовым;
		4) псевдоевклидовым;
		5) пространством Лобачевского.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
19.	Коэффициентом, связующим безразмерную энтропию S с энтропией термодинамической S_m, является…	1) постоянная Планка;
		2) постоянная Вина;
		3) постоянная Больцмана;
		4) скорость света в вакууме;
		5) число π.
20.	В статистической физике температуру часто измеряют не в кельвинах, а в…	1) ваттах;
		2) джоулях;
		3) метрах;
		4) метрах в секунду;
		5) ньютонах.
21.	Следствием формулы Стирлинга является выражение…	1) $\frac{d}{dN}(\ln N!) = \ln N$;
		2) $\frac{d}{dN}(\ln N) = \ln N!$;
		3) $\frac{d}{dN}(\ln N!!) = \ln N$;
		4) $\frac{d}{dN}(\ln N!) = \ln N!$;
		5) $\frac{d}{dN}(\ln N) = \ln N$.
22.	Определение энтропии S для незамкнутых систем через вероятности микросостояний ω_k имеет вид…	1) $S = -\prod_k \omega_k \ln \omega_k$;
		2) $S = \frac{3}{\sum_k \omega_k \lg \omega_k}$;
		3) $S = -\sum_k \omega_k \lg \omega_k$;
		4) $S = \frac{\sum_k \omega_k \ln \omega_k}{2}$;
		5) $S = -\sum_k \omega_k \ln \omega_k$.
23.	Газ, в котором потенциальная энергия парного межмолекулярного взаимодействия пренебрежимо мала по сравнению с кинетической энергией отдельной молекулы, называется…	1) квантовым;
		2) больцмановским;
		3) ван-дер-ваальсовским;
		4) идеальным;
		5) бозе-газом.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
24.	Распределение Максвелла для идеального больцмановского газа является прямым следствием… распределения.	1) микроканонического; 2) канонического; 3) большого канонического; 4) макроканонического; 5) малого канонического.
25.	Статистическая сумма z в распределении Максвелла определяется как…	1) $z = N\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}}$; 2) $z = V\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{-\frac{3}{2}}$; 3) $z = V\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}}$; 4) $z = N\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{\frac{1}{2}}$; 5) $z = V\left(\frac{NT}{2\pi\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}}$.
26.	Для распределения Максвелла среднее значение квадрата энергии молекулы $\left\langle E^2 \right\rangle$ рассчитывается по формуле…	1) $\left\langle E^2 \right\rangle = \frac{13}{4}T^2$; 2) $\left\langle E^2 \right\rangle = \frac{3}{2}T^2$; 3) $\left\langle E^2 \right\rangle = \frac{15}{4}T^2$; 4) $\left\langle E^2 \right\rangle = \frac{5}{4}T^2$; 5) $\left\langle E^2 \right\rangle = \frac{15}{2}T^2$.
27.	Для распределения Максвелла дисперсия энергии молекулы D_E рассчитывается по формуле…	1) $D_E = 5T^2$; 2) $D_E = 15T^2$; 3) $D_E = T^2$; 4) $D_E = \frac{13}{2}T^2$; 5) $D_E = \frac{3}{2}T^2$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
28.	С учетом тождественности частиц статистическая сумма газа Z связана со статистической суммой одной молекулы z соотношением…	1) $Z = z^N \cdot N$;
		2) $Z = \dfrac{z^N}{N!}$;
		3) $Z = \dfrac{z^{-N}}{N}$;
		4) $Z = z^{-N} \cdot N!$;
		5) $Z = N!$.
29.	Свободная энергия F макросистемы зависит от температуры T и статистической суммы Z как…	1) $F = -T\ln Z$;
		2) $F = T\ln Z$;
		3) $F = \dfrac{3}{2}T\ln Z$;
		4) $F = T^4 \ln Z$;
		5) $F = -\dfrac{5}{2}T\ln Z$.
30.	У больцмановского идеального газа формула $\ldots = N\ln\dfrac{V}{N} + \dfrac{3}{2}N\ln T + \dfrac{3}{2}N\ln\left(\dfrac{m}{2\pi\hbar^2}\right) + \dfrac{5}{2}N$ задает точное значение…	1) статсуммы Z;
		2) Ω-потенциала;
		3) энтальпии W;
		4) энтропии S;
		5) энергии E.
31.	В статистической физике химический потенциал μ является термодинамическим потенциалом Гиббса…	1) всей макросистемы;
		2) одного моля вещества;
		3) одной частицы;
		4) термостата;
		5) адиабата.
32.	Большое каноническое распределение – это распределение вида…	1) $\omega_{N,k} = \dfrac{1}{Q}e^{\frac{\mu N + E_{N,k}}{T}}$;
		2) $\omega_{N,k} = \dfrac{1}{Q}e^{\frac{\mu N - E_{N,k}}{T}}$;
		3) $\omega_{N,k} = \dfrac{Z}{Q}e^{\frac{\mu N + E_{N,k}}{T}}$
		4) $\omega_{N,k} = \dfrac{1}{Q}e^{\frac{E_{N,k} - \mu N}{S}}$;
		5) $\omega_{N,k} = \dfrac{1}{Q}T^{\frac{E_{N,k} - \mu N}{T}}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
33.	Ω-потенциал определяется выражением…	1) $\Omega = E + TS - \mu N$;
		2) $\Omega = E - TS + \mu N$;
		3) $\Omega = E + TS + \mu N$;
		4) $\Omega = E - TS - \mu N$;
		5) $\Omega = -E + TS - \mu N$.
34.	Свободная энергия F определяется выражением…	1) $F = \Omega + \mu N$;
		2) $F = \Omega - \mu N$;
		3) $F = \frac{-\Omega + \mu N}{3}$;
		4) $F = -\Omega - \mu N$;
		5) $F = -\frac{\Omega}{\mu N}$.
35.	Полный дифференциал Ω-потенциала имеет вид…	1) $d\Omega = -SdT + \Lambda d\lambda + Nd\mu$;
		2) $d\Omega = SdT + \Lambda d\lambda + Nd\mu$;
		3) $d\Omega = -SdT + \Lambda d\lambda - Nd\mu$;
		4) $d\Omega = SdT - \Lambda d\lambda + Nd\mu$;
		5) $d\Omega = -SdT + Nd\mu$.
36.	Полный дифференциал свободной энергии F имеет вид…	1) $dF = -SdT + \Lambda d\lambda + Nd\mu$;
		2) $dF = SdT + \Lambda d\lambda + Nd\mu$;
		3) $dF = -SdT + \Lambda d\lambda - Nd\mu$;
		4) $dF = SdT - \Lambda d\lambda + Nd\mu$;
		5) $dF = -\Lambda d\lambda + Nd\mu$.
37.	Ω-потенциал связан с большой статистической суммой Q выражением…	1) $\Omega = -T \ln Q$;
		2) $\Omega = -T \lg Q$;
		3) $\Omega = T \ln Q$;
		4) $\Omega = T \lg Q$;
		5) $\Omega = 2T \ln Q$.
38.	Энтропия S связана с Ω-потенциалом соотношением…	1) $S = \frac{\partial \Omega}{\partial T}$;
		2) $S = -\frac{\partial \Omega}{\partial T}$;
		3) $S = -\frac{\partial T}{\partial \Omega}$;
		4) $S = \frac{\partial T}{\partial \Omega}$;
		5) $\Omega = -\frac{\partial S}{\partial T}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
39.	Если газ является идеальным, но не является больцмановским, то его называют…	1) невырожденным; 2) вырожденным; 3) максвелловским; 4) перенасыщенным; 5) планковским.
40.	Выражение $\left\langle N_k \right\rangle = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}} + 1}$ называют распределением…	1) Ферми; 2) Ферми – Планка; 3) Ферми – Дирака; 4) Планка – Дирака; 5) Планка.
41.	Выражение $\left\langle N_k \right\rangle = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}} - 1}$ называют распределением…	1) Бозе; 2) Бизе – Щедрина; 3) Эйнштейна – Бора; 4) Бозе – Эйнштейна; 5) Бора – Планка.
42.	В распределении Ферми – Дирака $\left\langle N_k \right\rangle = 0,5$ при условии, что…	1) $\varepsilon_k = \mu$; 2) $\varepsilon_k = 2\mu$; 3) $\varepsilon_k = -\mu$; 4) $\varepsilon_k = -2\mu$; 5) $\varepsilon_k = 0,5\mu$.
43.	Большая статистическая сумма Q для распределения Бозе – Эйнштейна задается как…	1) $Q = \frac{\pi}{1 - e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}}}$; 2) $Q = \frac{1}{1 - e^{\frac{\mu - \varepsilon_k}{T}}}$; 3) $Q = \frac{1}{1 + e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}}}$; 4) $Q = 1 + e^{\frac{\mu - \varepsilon_k}{T}}$; 5) $Q = \frac{\mu}{1 - e^{\frac{\mu - \varepsilon_k}{T}}}$.
44.	Распределение Бозе – Эйнштейна применимо к вырожденному газу…	1) протонов; 2) нейтронов; 3) электронов; 4) позитронов; 5) фотонов.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
45.	Распределение Ферми – Дирака применимо к вырожденному газу…	1) фотонов;
		2) пионов;
		3) позитронов;
		4) фононов;
		5) α-частиц.
46.	Большая статистическая сумма Q для распределения Ферми – Дирака задается как…	1) $Q = 1 + e^{\frac{\mu - \varepsilon_k}{T}}$;
		2) $Q = 1 - e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}}$;
		3) $Q = e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}} - 1$;
		4) $Q = \dfrac{1}{e^{\frac{\varepsilon_k + \mu}{T}} - 1}$;
		5) $Q = \dfrac{2}{1 + e^{\frac{\varepsilon_k + \mu}{T}}}$.
47.	Условие нормировки для распределения Ферми – Дирака выглядит как…	1) $\sum_k \langle N_k \rangle = 1$;
		2) $\sum_k \langle N_k \rangle = \infty$;
		3) $\sum_k \langle N_k \rangle = 0$;
		4) $\sum_k \langle N_k \rangle = N$;
		5) $\sum_k \langle N_k \rangle = \mu$.
48.	Условие нормировки для распределения Бозе – Эйнштейна выглядит как…	1) $\sum_k \langle N_k \rangle = 0$;
		2) $\sum_k \langle N_k \rangle = 1$;
		3) $\sum_k \langle N_k \rangle = \mu$;
		4) $\sum_k \langle N_k \rangle = N$;
		5) $\sum_k \langle N_k \rangle = \infty$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
49.	Вириальное представление уравнения состояния неидеального газа имеет вид…	1) $P = F\sum_n B_n(T)\left(\frac{N}{V}\right)^n$;
		2) $P = S\sum_n B_n(T)\left(\frac{N}{V}\right)^n$;
		3) $P = V\sum_n B_n(T)\left(\frac{N}{V}\right)^n$;
		4) $P = k\sum_n B_n(T)\left(\frac{N}{V}\right)^n$;
		5) $P = T\sum_n B_n(T)\left(\frac{N}{V}\right)^n$.
50.	Первый вириальный коэффициент $B_1(T)$ равен…	1) 0;
		2) 1;
		3) e;
		4) π;
		5) R.
51.	Второй вириальный коэффициент $B_2(T)$ имеет зависимость от температуры вида…	1) $B_2(T) = b - aT$;
		2) $B_2(T) = b + aT$;
		3) $B_2(T) = b - aT^{-1}$;
		4) $B_2(T) = b + \frac{a}{T}$;
		5) $B_2(T) = b - \frac{a}{T^2}$.
52.	«Статистическое» уравнение Ван-дер-Ваальса имеет вид…	1) $P = \frac{RT}{V - bN} - \frac{aN^2}{V^2}$;
		2) $P = \frac{NT}{V - bN} - \frac{aR^2}{V^2}$;
		3) $P = \frac{NT}{V - bN} - \frac{aN^2}{V^2}$;
		4) $P = \frac{NT}{V - bN} - \frac{aN^2}{R^2}$;
		5) $P = \frac{NT}{V - bR} - \frac{aN^2}{T^2}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
53.	Энергия газа Ван-дер-Ваальса E может быть рассчитана по формуле…	1) $E = \frac{3}{2}RT + \frac{aN^2}{V}$; 2) $E = \frac{5}{2}NT + \frac{aN^2}{V}$; 3) $E = \frac{1}{2}NT + \frac{aN^2}{V}$; 4) $E = \frac{3}{2}RT - \frac{aN^2}{V}$; 5) $E = \frac{3}{2}NT - \frac{aN^2}{V}$.
54.	Энтропия газа Ван-дер-Ваальса больше энтропии идеального газа на величину…	1) $\Delta S = N\ln\left(1 - \frac{bN}{V}\right)$; 2) $\Delta S = V\ln\left(1 - \frac{bN}{V}\right)$; 3) $\Delta S = N\ln\left(1 + \frac{bN}{V}\right)$; 4) $\Delta S = T\ln\left(1 - \frac{bN}{V}\right)$; 5) $\Delta S = N\ln\left(1 + \frac{bT}{V}\right)$.
55.	Изохорная теплоемкость газа Ван-дер-Ваальса связана с изохорной теплоемкостью идеального газа соотношением…	1) $c_V \le c_{V(ид)}$; 2) $c_V = c_{V(ид)}$; 3) $c_V < c_{V(ид)}$; 4) $c_V > c_{V(ид)}$; 5) $c_V \ne \frac{c_{V(ид)}}{2}$.
56.	В теории Ландау фазовых переходов II-го рода используют характеристику внутренней симметрии системы η, называемую…	1) коэффициентом абсолютного беспорядка; 2) параметром гармонии; 3) параметром симметрии; 4) параметром порядка; 5) коэффициентом симметрии-антисимметрии.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
57.	Критические индексы в теории Ландау фазовых переходов II-го рода численно равны…	1) $\alpha' = 1; \quad \beta' = 0,5; \quad \gamma = 0$;
		2) $\alpha = 0; \quad \beta = 0,5; \quad \gamma = 1$;
		3) $\alpha = \alpha' = 0,5; \quad \beta = \beta' = 0; \quad \gamma = \gamma' = 1$;
		4) $\alpha = 1; \quad \beta' = 0,5; \quad \gamma' = 1$;
		5) $\alpha = 0; \quad \alpha' = 1; \quad \beta = 0; \quad \beta' = 0,5; \quad \gamma = \gamma' = 0$.
58.	Ω-потенциал идеального ферми-газа представим в виде…	1) $\Omega = -T\sum_k \ln\left(1 - \langle N_k \rangle\right)$;
		2) $\Omega = T\sum_k \ln\left(1 + \langle N_k \rangle\right)$;
		3) $\Omega = S\sum_k \ln\left(1 - \langle N_k \rangle\right)$;
		4) $\Omega = T\sum_k \ln\left(1 - \langle N_k \rangle\right)$;
		5) $\Omega = -S\sum_k \ln\left(1 + \langle N_k \rangle\right)$.
59.	Ω-потенциал идеального бозе-газа представим в виде…	1) $\Omega = -T\sum_k \ln\left(1 + \langle N_k \rangle\right)$;
		2) $\Omega = T\sum_k \ln\left(1 + \langle N_k \rangle\right)$;
		3) $\Omega = S\sum_k \ln\left(1 - \langle N_k \rangle\right)$;
		4) $\Omega = T\sum_k \ln\left(1 - \langle N_k \rangle\right)$;
		5) $\Omega = -S\sum_k \ln\left(1 + \langle N_k \rangle\right)$.
60.	В разложении потенциала Гиббса по параметру порядка η наличию внешнего поля отвечает слагаемое X, удовлетворяющее условию…	1) $X \sim \eta^3$;
		2) $X \sim \eta^2$;
		3) $X \sim \eta$;
		4) $X \sim \sqrt{\eta}$;
		5) $X \sim \eta^{-1}$.
61.	Это…, если энтропия представима в виде $S = \sum_k \left[\left(1 + \langle N_k \rangle\right)\ln\left(1 + \langle N_k \rangle\right) - \langle N_k \rangle \ln \langle N_k \rangle\right]$.	1) ферми-газ;
		2) бозе-газ;
		3) неидеальный газ;
		4) газ Ван-дер-Ваальса;
		5) плазма.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
62.	Флуктуация физической величины x, которая может быть рассчитана по формуле $D_x = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2$, называется…	1) деструкцией; 2) диссоциацией; 3) дисперсией; 4) дискуссией; 5) дедукцией.
63.	Это…, если энтропия представима в виде $S = -\sum_k \left[\left(1 - \langle N_k \rangle\right) \ln\left(1 - \langle N_k \rangle\right) + \right.$ $\left. + \langle N_k \rangle \ln \langle N_k \rangle \right]$.	1) плазма; 2) газ Ван-дер-Ваальса; 3) неидеальный газ; 4) бозе-газ; 5) ферми-газ.
64.	Флуктуации макросистем, не находящихся в равновесии с термостатом, но имеющих при этом определенные значения термодинамических величин, называются…	1) квазиустойчивыми; 2) квазиклассическими; 3) псевдоклассическими; 4) квазистационарными; 5) микропараметрическими псевдоустойчивыми.
65.	Квазистационарная дисперсия температуры $\left\langle (\Delta T)^2 \right\rangle$ определяется выражением…	1) $\left\langle (\Delta T)^2 \right\rangle = \dfrac{T^2}{c_T}$; 2) $\left\langle (\Delta T)^2 \right\rangle = \dfrac{T^2}{c_V}$; 3) $\left\langle (\Delta T)^2 \right\rangle = \dfrac{S^2}{c_V}$; 4) $\left\langle (\Delta T)^2 \right\rangle = \dfrac{T^2}{c_S}$; 5) $\left\langle (\Delta T)^2 \right\rangle = \dfrac{T^3}{c_V}$.
66.	Квазистационарная дисперсия энтропии $\left\langle (\Delta S)^2 \right\rangle$ определяется выражением…	1) $\left\langle (\Delta S)^2 \right\rangle = c_P$; 2) $\left\langle (\Delta S)^2 \right\rangle = c_V T$; 3) $\left\langle (\Delta S)^2 \right\rangle = c_V$; 4) $\left\langle (\Delta S)^2 \right\rangle = c_P V$; 5) $\left\langle (\Delta S)^2 \right\rangle = c_S$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
67.	Квазистационарная дисперсия объёма $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle$ определяется выражением…	1) $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle = T\left(\dfrac{\partial V}{\partial P}\right)_S$;
		2) $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle = -T\left(\dfrac{\partial P}{\partial V}\right)_T$;
		3) $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle = T\left(\dfrac{\partial S}{\partial P}\right)_T$;
		4) $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle = -T\left(\dfrac{\partial V}{\partial S}\right)_P$;
		5) $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle = -T\left(\dfrac{\partial V}{\partial P}\right)_T$.
68.	Квазистационарная дисперсия давления $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle$ определяется выражением…	1) $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle = T\left(\dfrac{\partial V}{\partial P}\right)_S$;
		2) $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle = -T\left(\dfrac{\partial P}{\partial V}\right)_S$;
		3) $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle = T\left(\dfrac{\partial S}{\partial P}\right)_T$;
		4) $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle = -T\left(\dfrac{\partial V}{\partial S}\right)_P$;
		5) $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle = -T\left(\dfrac{\partial V}{\partial P}\right)_T$.
69.	Квазистационарная флуктуация $\left\langle \Delta T \Delta V \right\rangle$ равна…	1) ∞;
		2) π;
		3) 0;
		4) c_S;
		5) c_V.
70.	Квазистационарная флуктуация $\left\langle \Delta S \Delta P \right\rangle$ равна…	1) $\left(\dfrac{\partial P}{\partial V}\right)_S$;
		2) 1;
		3) ∞;
		4) 0;
		5) c_P.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
71.	Для относительной квазистационарной флуктуации температуры δT справедливо утверждение, что…	1) $\delta T \sim N$;
		2) $\delta T \sim N^{\frac{1}{2}}$;
		3) $\delta T \sim 0$;
		4) $\delta T \sim \frac{1}{N^{\frac{1}{2}}}$;
		5) $\delta T \sim \frac{1}{N}$.
72.	Квазистационарная дисперсия числа частиц $\left\langle \left(\Delta N\right)^2 \right\rangle$ определяется выражением…	1) $\left\langle \left(\Delta N\right)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial N}{\partial \mu}\right)_{S,P}$;
		2) $\left\langle \left(\Delta N\right)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_{S,T}$;
		3) $\left\langle \left(\Delta N\right)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial N}{\partial \mu}\right)_{V,T}$;
		4) $\left\langle \left(\Delta N\right)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_{S,N}$;
		5) $\left\langle \left(\Delta N\right)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial N}{\partial T}\right)_{S,V}$.
73.	Квазистационарная флуктуация $\left\langle \Delta N \Delta T \right\rangle$ равна…	1) 0;
		2) 1;
		3) ∞;
		4) 0,005;
		5) 10^{-10}.
74.	Квазистационарная дисперсия числа частиц в k-ом квантовом состоянии ферми-газа $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle$ определяется выражением…	1) $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle - \left\langle N_k \right\rangle^2$;
		2) $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle + \left\langle N_k \right\rangle^2$;
		3) $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle$;
		4) $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle^2$;
		5) $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle = \frac{\left\langle N_k \right\rangle}{\left\langle \varepsilon_k \right\rangle^2}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
75.	Квазистационарная дисперсия числа частиц в k-ом квантовом состоянии бозе-газа $\left\langle \left(\Delta N_k \right)^2 \right\rangle$ определяется выражением…	1) $\left\langle \left(\Delta N_k \right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle$;
		2) $\left\langle \left(\Delta N_k \right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle^2$;
		3) $\left\langle \left(\Delta N_k \right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle^2 + 1$;
		4) $\left\langle \left(\Delta N_k \right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle + \left\langle N_k \right\rangle^2$;
		5) $\left\langle \left(\Delta N_k \right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle - \left\langle N_k \right\rangle^2$.
76.	Относительная квазистационарная флуктуация числа частиц δN в k-ом квантовом состоянии ферми-газа выражается как…	1) $\delta N_k = 0$;
		2) $\delta N_k = \sqrt{1 - \left\langle N_k \right\rangle}$;
		3) $\delta N_k = \sqrt{\left\langle N_k \right\rangle^{-1} - 1}$;
		4) $\delta N_k = 1 - \left\langle N_k \right\rangle$;
		5) $\delta N_k = 1 + \left\langle N_k \right\rangle$.
77.	Относительная квазистационарная флуктуация числа частиц δN в k-ом квантовом состоянии бозе-газа выражается как…	1) $\delta N_k = \left\langle N_k \right\rangle$;
		2) $\delta N_k = 2 + \left\langle N_k \right\rangle$;
		3) $\delta N_k = \sqrt{1 - \left\langle N_k \right\rangle}$;
		4) $\delta N_k = \sqrt{\dfrac{1}{\left\langle N_k \right\rangle} + 1}$;
		5) $\delta N_k = 0$.
78.	Для классических систем статистический интеграл $Z_{кл}$ определяется как…	1) $Z_{кл} = \dfrac{1}{N!!} \int e^{\frac{H(p,q)}{T}} d\Gamma$;
		2) $Z_{кл} = \dfrac{1}{N!} \int e^{-\frac{H(p,q)}{T}} d\Gamma$;
		3) $Z_{кл} = \dfrac{1}{N!} \int e^{-\frac{H(p,q)}{T}} dN$;
		4) $Z_{кл} = \dfrac{1}{N!} \int e^{-\frac{H(p,q)}{V}} d\Gamma$;
		5) $Z_{кл} = \dfrac{1}{N!} \int e^{\frac{H(p,q)}{T}} dV$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
79.	В общем случае дифференциал статистического веса $d\mathit{\Gamma}$ для классических систем определяется как…	1) $d\mathit{\Gamma} = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3N}} \vec{p}_1 \ldots d\vec{p}_N$;
		2) $d\mathit{\Gamma} = \frac{\gamma^N}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{q}_1 \ldots d\vec{q}_N$;
		3) $d\mathit{\Gamma} = d\vec{p}_1 \ldots d\vec{p}_N \, d\vec{q}_1 \ldots d\vec{q}_N$;
		4) $d\mathit{\Gamma} = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{p}_1 \ldots d\vec{p}_N \times$ $\times \, d\vec{q}_1 \ldots d\vec{q}_N$;
		5) $d\mathit{\Gamma} = \frac{\gamma^N}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{p}_1 \ldots d\vec{p}_N \times$ $\times d\vec{q}_1 \ldots d\vec{q}_N$.
80.	Функция распределения Бозе – Эйнштейна имеет вертикальную асимптоту слева при…	1) $\varepsilon_k = 0$;
		2) $\varepsilon_k = 0{,}5\mu$;
		3) $\varepsilon_k = -\mu$;
		4) $\varepsilon_k = 1{,}5\mu$;
		5) $\varepsilon_k = \mu$.
81.	Статистический вес макросостояния $\mathit{\Gamma}(E, x)$ зависит от энергии E и переменной x, которая включает в себя его прочие…	1) микропараметры;
		2) координаты;
		3) макропараметры;
		4) нанопараметры;
		5) мегапараметры.
82.	Утверждение, что для замкнутой системы все микросостояния с заданной энергией равновероятны, в рамках классической механики выдвинул…	1) Л. Больцман;
		2) М. Планк;
		3) А. Пуанкаре;
		4) М. Ломоносов;
		5) И. Пригожин.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
83.	Для классической системы микроканоническое распределение задаёт в фазовом пространстве дифференциал вероятности $d\omega$ вида…	1) $d\omega = A\delta\left(H\left(q,p\right)+E\right) \times$ $\times\, dpdq$;
		2) $d\omega = A\delta\left(H\left(q,p\right)-E\right) \times$ $\times\, dpdq$;
		3) $d\omega = A\theta\left(H\left(q,p\right)+E\right) \times$ $\times\, dpdq$;
		4) $d\omega = A\theta\left(H\left(q,p\right)-E\right) \times$ $\times\, dpdq$;
		5) $d\omega = A\Gamma\left(H\left(q,p\right)+E\right) \times$ $\times\, dpdq$.
84.	Статистический вес Γ идеального газа, содержащего N частиц, имеет вид…, где A = Const.	1) $\Gamma = AE^{\frac{N}{2}}V^{N}$;
		2) $\Gamma = AE^{\frac{N}{2}}V^{\frac{N}{2}}$;
		3) $\Gamma = AE^{\frac{3N}{2}}V^{N}$;
		4) $\Gamma = AE^{\frac{3N}{2}}V^{2N}$;
		5) $\Gamma = BE^{\frac{3}{2}}T$.
85.	Статистический вес Γ идеального газа, содержащего N частиц при фиксированном объёме, имеет вид…, где B = Const.	1) $\Gamma = BE^{\frac{N}{2}}$;
		2) $\Gamma = BNE^{\frac{3}{2}}$;
		3) $\Gamma = BE^{\frac{5N}{2}}$;
		4) $\Gamma = BE^{\frac{3N}{2}}S$;
		5) $\Gamma = BE^{\frac{3N}{2}}$.
86.	Для двухуровневой системы N частиц с энергией E и энергиями уровней 0 и ε статистический вес Γ равен…, где $L = \dfrac{E}{\varepsilon}$.	1) $\Gamma = \dfrac{N!}{L!\left(N+L\right)!}$;
		2) $\Gamma = \dfrac{N!!}{L!\left(N-L\right)!}$;
		3) $\Gamma = \dfrac{N!}{L!\left(N-L\right)!}$;
		4) $\Gamma = \dfrac{N}{L!\left(N-L\right)!}$;
		5) $\Gamma = \dfrac{N!}{L!\left(N!-L!\right)}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
87.	Температура T двухуровневой системы N частиц с энергией E и энергиями уровней 0 и ε следует из формулы…, где $L=\frac{E}{\varepsilon}$.	1) $T^{-1}=\varepsilon\ln\left[\frac{(N-L)}{L}\right]$;
		2) $T=\varepsilon^{-1}\ln\left[\frac{(N-L)}{N}\right]$;
		3) $T=\varepsilon\ln\left[\frac{(N-L)}{L}\right]$;
		4) $T^{-1}=\varepsilon^{-1}\ln\left[\frac{(N-L)}{N}\right]$;
		5) $T^{-1}=\varepsilon^{-1}\ln\left[\frac{(N-L)}{L}\right]$.
88.	Энергия E двухуровневой системы N частиц с энергиями уровней 0 и ε при температуре T равна…	1) $E=\frac{\varepsilon N}{e^{\frac{\varepsilon}{T}}}$;
		2) $E=\frac{\varepsilon N!}{8e^{-\frac{\varepsilon}{T}}}$;
		3) $E=\frac{N}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}}-1\right)}$;
		4) $E=\frac{\varepsilon N}{2e^{\frac{\varepsilon}{T}}}$;
		5) $E=\frac{\varepsilon N}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}}+1\right)}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
89.	Теплоёмкость c двухуровневой системы N частиц с энергиями уровней 0 и ε при температуре T равна…	1) $c=\dfrac{\varepsilon^2 e^{\frac{\varepsilon}{T}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}}-1\right)^2 T^2}$;
		2) $c=\dfrac{\varepsilon^2 N e^{\frac{\varepsilon}{T}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}}+1\right)^2 T^2}$;
		3) $c=\dfrac{N e^{\frac{\varepsilon}{T}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}}+1\right) T^2}$;
		4) $c=\dfrac{\varepsilon^2 N e^{\frac{\varepsilon}{T}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}}-1\right) T^2}$;
		5) $c=\dfrac{\varepsilon N e^{\frac{\varepsilon}{T}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}}+1\right)^2 T}$.
90.	В теории информации энтропией называют количество информации I, определяемое через вероятность сообщения ω как…	1) $I=\omega\log_2\omega$;
		2) $I=-\lg\omega$;
		3) $I=-\ln\omega$;
		4) $I=-\log_2\omega$;
		5) $I=\log_2\omega$.
91.	Для большого числа N одинаковых гармонических осцилляторов статистический вес состояния с энергией $E=L\hbar\omega$ задаётся числом сочетаний C вида…	1) $\mathit{\Gamma}=C_{N-1}^{L}$;
		2) $\mathit{\Gamma}=C_{L-1}^{N}$;
		3) $\mathit{\Gamma}=C_{N+L-1}^{L}$;
		4) $\mathit{\Gamma}=C_{N+L}^{N}$;
		5) $\mathit{\Gamma}=C_{N}^{L}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
92.	Магнитная восприимчивость χ газа N частиц спина $\frac{1}{2}$ в магнитном поле имеет вид…, где μ – магнитный момент частицы.	1) $\chi = NV\mu^2$;
		2) $\chi = \frac{N\mu}{VT}$;
		3) $\chi = \frac{N\mu^2}{T}$;
		4) $\chi = \frac{N\mu^2}{VT}$;
		5) $\chi = \frac{\mu^2}{VT}$.
93.	Замкнутая система «тело-термостат» подчиняется… распределению.	1) каноническому;
		2) микроканоническому;
		3) неканоническому;
		4) максвелловскому;
		5) нормальному.
94.	Среднее значение энергии тела в термостате $\langle E \rangle$ выражается через температуру T и статистическую сумму Z как…	1) $\langle E \rangle = \frac{T^2 \partial(\ln Z)}{\partial T}$;
		2) $\langle E \rangle = \frac{T \partial(\ln Z)}{\partial T}$;
		3) $\langle E \rangle = \frac{\partial(\ln Z)}{\partial T}$;
		4) $\langle E \rangle = \frac{-T^2 \partial(\ln Z)}{\partial T}$;
		5) $\langle E \rangle = \frac{-T \partial(\ln Z)}{\partial T}$.
95.	Среднее значение квадрата энергии тела в термостате $\langle E^2 \rangle$ выражается через температуру T и статистическую сумму Z как…	1) $\langle E^2 \rangle = ZT\left(\frac{\partial^2 Z}{\partial T^2}\right)$;
		2) $\langle E^2 \rangle = Z^{-1}T^4\left(\frac{\partial Z}{\partial T}\right)$;
		3) $\langle E^2 \rangle = T^4\left(\frac{\partial^2 Z}{\partial T^2}\right)$;
		4) $\langle E^2 \rangle = Z\left(\frac{\partial^2 Z}{\partial T^2}\right)$;
		5) $\langle E^2 \rangle = Z^{-1}T^4\left(\frac{\partial^2 Z}{\partial T^2}\right)$.

<table>
<tr><th>№</th><th>Содержание вопроса</th><th>Варианты ответов</th></tr>
<tr><td rowspan="5">96.</td><td rowspan="5">Дисперсия энергии тела в термостате $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle$ равна…</td><td>1) $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle = \dfrac{T^2 c_P}{\sqrt[3]{c_V}}$;</td></tr>
<tr><td>2) $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle = T^2 c_V$;</td></tr>
<tr><td>3) $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle = \dfrac{S^2 c_V}{\sqrt{3}}$;</td></tr>
<tr><td>4) $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle = \dfrac{S^{\frac{2}{3}} c_P}{\sqrt{\pi}}$;</td></tr>
<tr><td>5) $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle = \dfrac{c_V^3}{\sqrt{2}}$.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">97.</td><td rowspan="5">Энтропия тела S в термостате выражается через температуру T и статистическую сумму Z как…</td><td>1) $S = -\dfrac{\partial (T \ln Z)}{\partial T}$;</td></tr>
<tr><td>2) $S = \dfrac{\partial (T \ln Z)}{\partial Z}$;</td></tr>
<tr><td>3) $S = \dfrac{\partial (T \ln Z)}{\partial T}$;</td></tr>
<tr><td>4) $S = -\dfrac{\partial (\ln Z)}{\partial Z}$;</td></tr>
<tr><td>5) $S = \dfrac{2\partial (\ln Z)}{\partial T}$.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">98.</td><td rowspan="5">Обобщённая сила Λ связана со статистической суммой Z, обобщённой координатой λ и температурой T как…</td><td>1) $\Lambda = -\dfrac{Z\partial (\ln Z)}{\partial \lambda}$;</td></tr>
<tr><td>2) $\Lambda = \dfrac{\partial (\ln Z)}{\partial \lambda}$;</td></tr>
<tr><td>3) $\Lambda = \dfrac{\lambda\partial (\ln Z)}{\partial \lambda}$;</td></tr>
<tr><td>4) $\Lambda = -\dfrac{T\partial (\ln Z)}{\partial \lambda}$;</td></tr>
<tr><td>5) $\Lambda = \dfrac{T\partial (\ln Z)}{\partial \lambda}$.</td></tr>
</table>

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
99.	Среднее расстояние между молекулами a определяется как…	1) $a=\left(\frac{N}{V}\right)^{\frac{1}{3}}$;
		2) $a=\left(\frac{V}{N}\right)^{\frac{1}{3}}$;
		3) $a=\left(\frac{V}{N}\right)^{3}$;
		4) $a=\left(\frac{N}{V}\right)^{3}$;
		5) $a=\frac{V}{N^{\frac{1}{3}}}$.
100.	Длина волны де Бройля $\lambda_Б$ частицы и модуль её импульса p связаны как…	1) $\lambda_Б=\frac{2\pi\hbar}{p}$;
		2) $\lambda_Б=\frac{\pi\hbar}{p}$;
		3) $\lambda_Б=\frac{2\hbar}{p}$;
		4) $\lambda_Б=\frac{2\pi p}{\hbar}$;
		5) $\lambda_Б=\frac{2\pi}{p}$.
101.	Вклад колебаний в теплоёмкость двухатомного газа существенен, начиная с температуры…	1) $T_m\approx 1\,000\ K$;
		2) $T_m\approx 10\,000\ K$;
		3) $T_m\approx 100\ K$;
		4) $T_m\approx 273\ K$;
		5) $T_m\approx 1\,000\ ^{\circ}C$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
102.	Суммарная молярная изохорная теплоёмкость двухатомного газа C_V при температурах начала диссоциации достигает значения…	1) $C_V = \frac{1}{2}\text{моль}^{-1}$; 2) $C_V = \frac{3}{2}\text{моль}^{-1}$; 3) $C_V = \frac{5}{2}\text{моль}^{-1}$; 4) $C_V = \frac{7}{2}\text{моль}^{-1}$; 5) $C_V = \frac{9}{2}\text{моль}^{-1}$.
103.	Суммарная молярная изохорная теплоёмкость двухатомного газа C_V начинает расти от значения…	1) $C_V = \frac{1}{2}\text{моль}^{-1}$; 2) $C_V = \frac{1}{5}\text{моль}^{-1}$; 3) $C_V = \frac{3}{2}\text{моль}^{-1}$; 4) $C_V = \frac{2}{3}\text{моль}^{-1}$; 5) $C_V = \frac{5}{2}\text{моль}^{-1}$.
104.	Утверждение, что классический газ заряженных частиц не является магнетиком, называют теоремой…	1) Борна – Смолуховского – ван Лёвен; 2) Бора – ван Дейка – Эйнштейна; 3) Борна – Боровиковского – Бора; 4) Бора – Резерфорда; 5) Бора – ван Лёвен.
105.	Диамагнетизм Ландау компенсирует парамагнетизм Паули для свободно движущихся электронов на…	1) $0,5$; 2) $\frac{1}{3}$; 3) $0,25$; 4) $0,2$; 5) $\sqrt{2}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
106.	Физическая размерность большой статистической суммы Q – это…	1) Дж;
		2) 1;
		3) м;
		4) с;
		5) Вт.
107.	Большая статистическая сумма Q в общем случае определяется как…	1) $Q=\sum_N e^{\frac{\mu N}{T}}\sum_k e^{-\frac{E_{N.k}}{T}}$;
		2) $Q=\sum_N e^{-\frac{\mu N}{T}}\sum_k e^{\frac{E_{N.k}}{T}}$;
		3) $Q=\sum_N e^{\frac{\mu N}{T}}\sum_k e^{\frac{E_{N.k}}{T}}$;
		4) $Q=\sum_N e^{-\frac{\mu N}{T}}\sum_k e^{-\frac{E_{N.k}}{T}}$;
		5) $Q=\sum_N e^{\frac{\mu N}{S}}\sum_k e^{-\frac{E_{N.k}}{S}}$.
108.	В неравновесном состоянии идеального газа статистический $\varGamma_i$ вес группы состояний G_i и число частиц в группе N_i удовлетворяют условию…	1) $\varGamma_i\approx\dfrac{G_i^{N_i}}{2(N_i+1)!}$;
		2) $\varGamma_i\approx\dfrac{N_i^{N_i}}{G_i!}$;
		3) $\varGamma_i\approx\dfrac{G_i^{N_i}}{N_i}$;
		4) $\varGamma_i\approx\dfrac{G_i^{N_i}}{N_i!}$;
		5) $\varGamma_i\approx\dfrac{2G_i^{N_i}}{N_i!}$.
109.	Среднее число заполнения f_i в i-й группе состояний определено как…	1) $f_i=N_i-G_i$;
		2) $f_i=N_i+G_i$;
		3) $f_i=N_iG_i$;
		4) $f_i=G_i/N_i$;
		5) $f_i=N_i/G_i$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
110.	Энтропия S неравновесного состояния идеального газа определяется как…	1) $S=\sum_i G_i f_i \ln\frac{\pi}{f_i}$;
		2) $S=-\sum_i G_i f_i \lg\frac{e}{f_i}$;
		3) $S=\sum_i G_i \ln\frac{e}{f_i}$;
		4) $S=-\sum_i G_i f_i \lg\frac{e}{f_i}$;
		5) $S=\sum_i G_i f_i \ln\frac{e}{f_i}$.
111.	Группы состояний G_i и их средние числа заполнения f_i связаны с числом частиц системы N как…	1) $\sum_i G_i f_i = 1$;
		2) $\sum_i G_i f_i = N$;
		3) $\sum_i G_i f_i = 2N$;
		4) $\sum_i G_i f_i = \pi N$;
		5) $\sum_i G_i f_i = -\pi N$.
112.	Группы состояний G_i, их средние числа заполнения f_i и средние энергии частиц в группе ε_i связаны с энергией системы E как…	1) $\sum_i G_i f_i \varepsilon_i = e^E$;
		2) $\sum_i G_i f_i \varepsilon_i = \ln E$;
		3) $\sum_i G_i f_i \varepsilon_i = 1$;
		4) $\sum_i G_i f_i \varepsilon_i = E$;
		5) $\sum_i G_i f_i \varepsilon_i = E^2$.
113.	Средние числа заполнения f_i для идеального газа в неравновесном состоянии могут быть выражены как…	1) $f_i = e^{\frac{\mu-\varepsilon_i}{S}}$;
		2) $f_i = e^{\frac{\mu-\varepsilon_i}{V}}$;
		3) $f_i = e^{\frac{\mu-\varepsilon_i}{T}}$;
		4) $f_i = e^{\frac{\mu-\varepsilon_i}{N}}$;
		5) $f_i = e^{\frac{\varepsilon_i-\mu}{T}}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
114.	В уравнении химической реакции $\sum_i A_i v_i = 0$ символ i-го вещества $-A_i$, а v_i называется… коэффициентом.	1) основным стереометрическим;
		2) стехиометрическим;
		3) химическим;
		4) параметрическим;
		5) свободным адиабатическим.
115.	Статистический вес невырожденного макросостояния при $T = 0$ Дж равен…	1) 0;
		2) ∞;
		3) $-\infty$;
		4) π;
		5) 1.
116.	Статистический вес вырожденного макросостояния N невзаимодействующих частиц со спином $\frac{1}{2}$ при $T = 0$ Дж равен…	1) 0;
		2) 1;
		3) ∞;
		4) 2^N;
		5) $\frac{N}{3}$.
117.	Энтропия вырожденного макросостояния N невзаимодействующих частиц со спином $\frac{1}{2}$ при $T = 0$ Дж равна…	1) $N \ln 2$;
		2) N^N;
		3) $\frac{N}{2}$;
		4) 1;
		5) 0.
118.	Энтропия S неравновесного состояния идеального газа может быть записана в виде…	1) $S = \sum_i N_i \ln\left(\frac{eG_i}{N_i}\right)$;
		2) $S = \sum_i N_i \ln\left(\frac{G_i}{N_i}\right)$;
		3) $S = -\sum_i N_i \ln\left(\frac{eG_i}{N_i}\right)$;
		4) $S = -\sum_i N_i \ln\left(\frac{G_i}{N_i}\right)$;
		5) $S = \sum_i G_i \ln\left(\frac{eG_i}{N_i}\right)$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
119.	Утверждение, что в одной ячейке фазового пространства не может быть больше одной частицы с заданной поляризацией, является следствием…	1) принципа Нернста;
		2) принципа Паули;
		3) принципа неопределенностей;
		4) принципа относительности;
		5) теоремы Нётер.
120.	Если в распределении Ферми – Дирака перейти к пределу $T \to 0$ Дж, то частиц вообще не будет в состояниях с…	1) $e_k < 0$;
		2) $e_k = T$;
		3) $e_k < \mu$;
		4) $e_k = \frac{2}{3}\mu$;
		5) $e_k > \mu$.
121.	Вырожденный ферми-газ встречается в природе в виде… в металлах.	1) электронного газа;
		2) позитронного газа;
		3) нейтронного газа;
		4) протонного газа;
		5) фотонного газа.
122.	Вырожденный ферми-газ электронов удерживает от дальнейшего сжатия…	1) нейтронные звёзды;
		2) галактики;
		3) белые карлики;
		4) планеты;
		5) кометы.
123.	Бозе-газ фотонов подчиняется закону Стефана – Больцмана…	1) $\varepsilon = \frac{b}{T_m}$;
		2) $\varepsilon = \sigma T_m^4$;
		3) $\varepsilon = 0{,}5bT_m^2$;
		4) $\varepsilon = \frac{\sigma}{T_m^4}$;
		5) $\varepsilon = 1{,}5T_m$.
124.	Изохорная теплоёмкость c_V фотонного бозе-газа связана с температурой T как…	1) $c_V \sim \frac{1}{T}$;
		2) $c_V \sim T$;
		3) $c_V \sim T^2$;
		4) $c_V \sim T^3$;
		5) $c_V \sim T^4$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
125.	В теории Ландау фазовых переходов II-го рода при условии равновесия и $T < T_{Кюри}$ имеются ненулевые значения параметра порядка η вида…	1) $\eta^2 = \dfrac{B\left(T_{Кюри} - T\right)}{2a}$;
		2) $\eta^2 = \dfrac{a\left(T_{Кюри} - T\right)}{2B}$;
		3) $\eta^2 = \dfrac{2\left(T_{Кюри} - T\right)}{B}$;
		4) $\eta^2 = \dfrac{\pi\left(T_{Кюри} - T\right)}{a}$;
		5) $\eta^2 = \dfrac{a\left(T - T_{Кюри}\right)}{B}$.
126.	В теории Ландау фазовых переходов II-го рода при $T > T_{Кюри}$ магнитную восприимчивость χ можно рассчитать по формуле…	1) $\chi = \dfrac{3}{7}a\left(T - T_{Кюри}\right)$;
		2) $\chi = 0,2a\left(T - T_{Кюри}\right)^{\frac{1}{2}}$;
		3) $\chi = \dfrac{2}{9}a\left(T - T_{Кюри}\right)^{2}$;
		4) $\chi = 0,75a^2\left(T - T_{Кюри}\right)^{-1}$;
		5) $\chi = \left[2a\left(T - T_{Кюри}\right)\right]^{-1}$.
127.	Изобарную теплоёмкость c_P фотонного бозе-газа можно считать…	1) равной 0;
		2) бесконечной;
		3) равной c_V;
		4) равной $R + c_V$;
		5) равной R.
128.	Поведение магнитной восприимчивости вида $\chi = \dfrac{1}{4a\left(T_{Кюри} - T\right)}$ – это закон…	1) Марии Кюри;
		2) Пьера Кюри;
		3) Гинзбурга;
		4) Дебая;
		5) Вильсона.
129.	Идеальный ферми-газ при $T = 0$ Дж подчиняется уравнению…	1) $PV = \text{Const}$;
		2) $PV^{\frac{3}{2}} = \text{Const}$;
		3) $PV^{\frac{5}{3}} = \text{Const}$;
		4) $TV^3 = \text{Const};;$
		5) $TV = \text{Const}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
130.	Если в распределении Ферми – Дирака перейти к пределу $T \to 0$ Дж, то все частицы будут в состояниях с…	1) $\varepsilon_k = \mu$;
		2) $\varepsilon_k < 0$;
		3) $\varepsilon_k = 0$;
		4) $\varepsilon_k < \mu$;
		5) $\varepsilon_k > \mu$.
131.	Вырожденный ферми-газ нейтронов формирует…	1) белые карлики;
		2) ядра галактик;
		6) хвосты комет;
		4) нейтронные звёзды;
		5) кольца Сатурна.
132.	Постоянная Стефана – Больцмана σ выражается через фундаментальные константы как…	1) $\sigma = \dfrac{\pi^2 k^4}{60\hbar^3 c^2}$;
		2) $\sigma = \dfrac{\pi k}{60\hbar c}$;
		3) $\sigma = \dfrac{\pi^2 k}{6\hbar c^2}$;
		4) $\sigma = \dfrac{\pi^2}{10\hbar^3 c}$;
		5) $\sigma = \dfrac{k^4}{10c^2}$.
133.	В теории Ландау фазовых переходов II-го рода при условии равновесия напряженность внешнего магнитного поля H выражается как…	1) $H = a\left(T - T_{Кюри}\right) + 4B\eta^3$;
		2) $H = a\left(T_{Кюри} - T\right) + 4B\eta^{\frac{1}{2}}$;
		3) $H = 2a\left(T - T_{Кюри}\right) + 4B\eta^3$;
		4) $H = 2a\left(T_{Кюри} - T\right) + 4B\eta^2$;
		5) $H = 3a\left(T + T_{Кюри}\right) + B\eta^4$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
134.	В теории Ландау фазовых переходов II-го рода при $T < T_{Кюри}$ магнитную восприимчивость χ можно рассчитать по формуле…	1) $\chi = \dfrac{1}{2a\left(T - T_{Кюри}\right)}$; 2) $\chi = \sqrt{a\left(T - T_{Кюри}\right)}$; 3) $\chi = \dfrac{1}{4a\left(T_{Кюри} - T\right)}$; 4) $\chi = \dfrac{1}{\sqrt{a\left(T_{Кюри} - T\right)}}$; 5) $\chi = \dfrac{1}{\left[4\pi\left(T_{Кюри} - T\right)\right]^2}$.
135.	В теории Ландау фазовых переходов II-го рода при $T < T_{Кюри}$ справедливо выражение…	1) $\left(\dfrac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2}\right)\chi = 1$; 2) $\left(\dfrac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2}\right)\chi = 0$; 3) $\left(\dfrac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2}\right)\chi = \eta^2$; 4) $\left(\dfrac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2}\right)\chi = \sqrt{\chi^3}$; 5) $\left(\dfrac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2}\right)\chi = \sqrt{\eta}$.
136.	Уравнение диффузии применительно к движению в импульсном пространстве называют уравнением…	1) Ландау – Лифшица; 2) Фоккера – Планка; 3) Винера; 4) Найквиста; 5) Стокса.
137.	Сохранение концентрации взаимодействующих частиц при движении вдоль траектории в фазовом пространстве – это следствие теоремы…	1) Лиувилля; 2) Эренфеста; 3) Нётер; 4) Лапласа; 5) Гиббса.
138.	Кинетическое уравнение вида $\dfrac{\partial f}{\partial t} + \vec{\upsilon}\dfrac{\partial f}{\partial \vec{r}} + \vec{F}\dfrac{\partial f}{\partial \vec{p}} = I$ было получено и исследовано…	1) Клаузиусом; 2) Лапласом; 3) Лиувиллем; 4) Больцманом; 5) Стоксом.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
139.	Интеграл столкновений I учитывает… столкновения.	1) удаленные парные; 2) удаленные тройные; 3) многократные; 4) близкие парные; 5) близкие тройные.
140.	В теории плазмы уравнение вида $\frac{\partial f}{\partial t}+\vec{\upsilon}\frac{\partial f}{\partial \vec{r}}+e\vec{E}\frac{\partial f}{\partial \vec{p}}=0$ называют уравнением…	1) Питаевского; 2) Румера; 3) Велихова; 4) Будкера; 5) Власова.
141.	В законе Видемана – Франца для газа электронов в металлах предполагается, что…	1) $\frac{\varkappa}{\sigma}=\frac{\pi^2 S}{e^2}$; 2) $\frac{\varkappa}{\sigma}=\frac{\pi^2 T}{3e^2}$; 3) $\frac{\varkappa}{\sigma}=\frac{3\pi^2 T}{2e^2}$; 4) $\frac{\varkappa}{\sigma}=\frac{T}{3e}$; 5) $\frac{\varkappa}{\sigma}=\frac{\pi^2}{3Te^2}$.
142.	Гамма-функция $\Gamma(x)=1$ при $x=\ldots$	1) 0; 2) 1; 3) 2; 4) $\frac{\pi}{2}$; 5) $\frac{2\pi}{3}$.
143.	Наиболее вероятное значение полной энергии $E_{НВ}$ системы N частиц идеального больцмановского газа равно…	1) $E_{НВ}=(3N-1)T$; 2) $E_{НВ}=\left(\frac{3N}{2}+1\right)T$; 3) $E_{НВ}=\left(\frac{N}{2}-1\right)T$; 4) $E_{НВ}=\left(\frac{3N}{2}-1\right)T$; 5) $E_{НВ}=\left(\frac{N}{3}-1\right)T$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
144.	Распределение по углам $\omega(\theta)$ частиц максвелловского газа, вылетающих в вакуум через малое отверстие в ∞-но тонкой стенке имеет вид…	1) $\omega(\theta)=\sin\theta$; 2) $\omega(\theta)=\sin 2\theta$; 3) $\omega(\theta)=\cos\theta$; 4) $\omega(\theta)=\cos 2\theta$; 5) $\omega(\theta)=\operatorname{tg}\frac{\theta}{2}$.
145.	Ненормированное распределение $\omega_N(E)$ по полной энергии E системы N частиц идеального больцмановского газа – это…	1) $\omega_N(E)=AE^{\frac{3N}{2}-1}e^{-\frac{E}{T}}$; 2) $\omega_N(E)=AE^{\frac{N}{2}-1}e^{-\frac{E}{T}}$; 3) $\omega_N(E)=AE^{\frac{3N}{2}-1}e^{-\frac{E}{2T}}$; 4) $\omega_N(E)=AE^{\frac{3N}{2}}e^{-\frac{E}{T}}$; 5) $\omega_N(E)=AE^{\frac{3N}{2}+1}e^{\frac{E}{T}}$.
146.	Трёхмерное распределение Максвелла $\omega(\vec{\upsilon})$ и его же одномерные распределения по проекциям скорости связаны выражением…	1) $\omega(\vec{\upsilon})=\pi\omega(\upsilon_x)\omega(\upsilon_y)\times\omega(\upsilon_z)$; 2) $\omega(\vec{\upsilon})=2\omega(\upsilon_x)\omega(\upsilon_y)\times\omega(\upsilon_z)$; 3) $\omega(\vec{\upsilon})=\frac{\omega(\upsilon_x)}{\omega(\upsilon_y)\omega(\upsilon_z)}$; 4) $\omega(\vec{\upsilon})=\frac{\omega(\upsilon_x)\omega(\upsilon_y)}{\omega(\upsilon_z)}$; 5) $\omega(\vec{\upsilon})=\omega(\upsilon_x)\omega(\upsilon_y)\times\omega(\upsilon_z)$.
147.	Интегральное представление гамма-функции вида $\int_0^\infty e^{-x}x^{\frac{n-1}{2}}dx=\Gamma(...)$ имеет аргумент…	1) $\frac{n+1}{\pi}$; 2) $\frac{n-1}{2}$; 3) $\frac{n+1}{2}$; 4) $n-1$; 5) $n+1$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
148.	В кинетическом уравнении $\frac{\partial f}{\partial t}+\upsilon\frac{\partial f}{\partial \vec{r}}+\vec{F}\frac{\partial f}{\partial \vec{p}}=I$ величина I называется…	1) интеграл столкновений; 2) интеграл движения; 3) интеграл сдвига; 4) интеграл диффузии; 5) интеграл Пуассона.
149.	Интеграл столкновений I обращается в ноль при отсутствии… столкновений.	1) многократных; 2) близких парных; 3) близких тройных; 4) упругих; 5) неупругих.
150.	Отношение коэффициента теплопроводности $\varkappa$ газа электронов в металлах к его проводимости σ называют законом…	1) Винера – Хинчина; 2) Фоккера – Планка; 3) Стокса; 4) Франца; 5) Видемана – Франца.
151.	Если Γ-функция $\Gamma(...)=\frac{\sqrt{\pi}}{2}$, то аргумент равен…	1) 0,5; 2) $0{,}5\pi$; 3) π; 4) 4π; 5) 1,5.
152.	Среднее значение квадрата полной энергии $\langle E^2\rangle$ системы N частиц идеального больцмановского газа равно…	1) $\langle E^2\rangle=(3N+2)3NT^2$; 2) $\langle E^2\rangle=\frac{(3N+1)NT^2}{4}$; 3) $\langle E^2\rangle=\frac{(3N+2)3NT^2}{4}$; 4) $\langle E^2\rangle=(3N-2)3NT^2$; 5) $\langle E^2\rangle=\frac{(N+2)3NT^2}{4}$.
153.	Одномерное распределение Максвелла по энергии частицы E имеет вид…	1) $\omega(E)=\frac{2}{\sqrt{T^3}}e^{-\frac{E}{2T}}E^{\frac{1}{2}}$; 2) $\omega(E)=\frac{1}{\sqrt{\pi T^3}}e^{-\frac{E}{T}}E^{\frac{3}{2}}$; 3) $\omega(E)=\frac{2}{\sqrt{\pi T^3}}e^{-\frac{E}{T}}E^{\frac{1}{2}}$; 4) $\omega(E)=\frac{2E}{\sqrt{2\pi T^3}}e^{-\frac{E}{T}}$; 5) $\omega(E)=\frac{2}{\sqrt{\pi T^5}}e^{-\frac{3E}{T}}E^{\frac{1}{2}}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
154.	Число частиц, составляющих один моль вещества, называется числом…	1) Аристотеля; 2) Архимеда; 3) Демокрита; 4) Сократа; 5) Авогадро.
155.	Классическое трёхмерное распределение Максвелла имеет вид…	1) $\omega(\vec{\upsilon})=\left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{3}{2}}e^{-\frac{m\vec{\upsilon}^2}{2T}}$; 2) $\omega(\vec{p})=mTe^{-\frac{m\vec{p}^2}{2T}}$; 3) $\omega(\vec{\upsilon})=\left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{1}{2}}e^{-\frac{m\vec{\upsilon}^2}{2T}}$; 4) $\omega(\vec{\upsilon})=\left(\frac{1}{2\pi T}\right)^{\frac{3}{2}}e^{-\frac{m\vec{\upsilon}^2}{2T}}$; 5) $\omega(\vec{\upsilon})=2mT^3e^{-\frac{m\vec{\upsilon}^2}{2T}}$.
156.	Значение дисперсии полной энергии D_E системы N частиц идеального больцмановского газа равно…	1) $D_E=3NT^2$; 2) $D_E=\frac{3NT^2}{2}$; 3) $D_E=5NT^4$; 4) $D_E=NT^2$; 5) $D_E=2\pi NT^2$.
157.	Интеграл Пуассона $J_n=\int\limits_0^\infty x^n e^{-\alpha x^2}dx$ для чётных $n=2m$ равен…	1) $J_n=\frac{(2m-1)!}{2^{m+1}}\sqrt{\frac{\pi}{a^{2m+2}}}$; 2) $J_n=\frac{(2m-1)!!}{2^{m+1}}\sqrt{\frac{\pi}{a^{2m+1}}}$; 3) $J_n=\frac{(2m-1)!}{2^{m+1}}\sqrt{\frac{2}{a^{2m+1}}}$; 4) $J_n=\frac{(2m+1)!!}{2^{m+1}}\sqrt{\frac{2\pi}{a^{2m+1}}}$; 5) $J_n=\frac{(2m-1)!!}{2^{m}}\sqrt{\frac{\pi}{a^{m+1}}}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
158.	Нормированное двумерное распределение вида $W(x,y)=\frac{1}{2\pi ab}e^{-\frac{x^2}{2a^2}-\frac{y^2}{2b^2}}$ можно применить в теории…	1) флуктуаций;
		2) диффузии;
		3) фазовых переходов;
		4) сверхпроводимости;
		5) бозе-газа.
159.	Плотность вероятности $\omega(x)$ для точки, колеблющейся по закону $x(t)=A\sin\frac{2\pi t}{T}$ имеет вид…	1) $\omega(x)=\frac{A}{\sqrt{A^2-x^2}}$;
		2) $\omega(x)=\frac{1}{\pi\sqrt{A^2+x^2}}$;
		3) $\omega(x)=\frac{1}{\pi\sqrt{A^2-x^2}}$;
		4) $\omega(x)=\frac{A}{\pi\sqrt{A^2+x^2}}$;
		5) $\omega(x)=\frac{A}{2\pi\sqrt{A^2-x^2}}$.
160.	Обобщение понятия факториала на множество вещественных чисел задаётся гамма-функцией вида…	1) $x!=\Gamma(x-2)$;
		2) $x!=\Gamma(x-1)$;
		3) $x!=\Gamma(x)$;
		4) $x!=\Gamma(x+1)$;
		5) $x!=\frac{\pi}{2}\Gamma(x+2)$.
161.	Бозе-газ фотонов подчиняется закону «смещения» Вина вида…	1) $\lambda_{(\max)}=\frac{3b}{T_m}$;
		2) $\lambda_{(\max)}=\frac{b}{2T_m}$;
		3) $\lambda_{(\max)}=bT_m$;
		4) $\lambda_{(\max)}=\frac{b}{T_m}$;
		5) $\lambda_{(\max)}=bT_m^2$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
162.	Формула Рэлея – Джинса для спектральной плотности $\varepsilon(T,\lambda)$ фотонного бозе-газа в области длинных волн имеет вид…	1) $\varepsilon(T,\lambda)=\frac{hc^2}{\lambda^5}e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$; 2) $\varepsilon(T,\lambda)=\frac{\pi}{\lambda^4}T$; 3) $\varepsilon(T,\lambda)=\frac{h}{\lambda^4}e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$; 4) $\varepsilon(T,\lambda)=\frac{2\pi c}{\lambda^4}T$; 5) $\varepsilon(T,\lambda)=2\pi cT$.
163.	Часто используется постоянная Планка $\hbar$, иногда называемая постоянной Дирака, которая равна…	1) $\hbar=1{,}055\cdot10^{-24}$ Дж·с; 2) $\hbar=1{,}055\cdot10^{-34}$ Дж·с; 3) $\hbar=1{,}055\cdot10^{34}$ Дж·с; 4) $\hbar=1{,}055\cdot10^{24}$ Дж·с; 5) $\hbar=1{,}505\cdot10^{-34}$ Дж·с.
164.	В дифференциале энергии для системы с переменным количеством вещества $dE=TdS-...dV+\mu dN$ отсутствует…	1) теплоёмкость c_V; 2) теплоёмкость c_P; 3) энтальпия W; 4) энтропия S; 5) давление P.
165.	Из равенства молярных энтропий фаз следует…	1) закон Дюлонга – Пти; 2) формула Стирлинга; 3) уравнение Клапейрона – Клаузиуса; 4) I-е уравнение Эренфеста; 5) II-е уравнение Эренфеста.
166.	Интеграл Пуассона вида $J'_n=\int\limits_{-\infty}^{\infty}x^n e^{-ax^2}dx=...$ для чётных n равен…	1) 0; 2) $\frac{J_n}{2\pi}$; 3) $2J_n$; 4) ∞; 5) $n\sqrt{\pi}$.
167.	Двумерное распределение вида $W(x,y)=\frac{1}{2\pi ab}e^{-\frac{x^2}{2a^2}-\frac{y^2}{2b^2}}$ для $\langle xy\rangle$ даёт значение…	1) $\langle xy\rangle=a^2$; 2) $\langle xy\rangle=b^2$; 3) $\langle xy\rangle=ab$; 4) $\langle xy\rangle=1$; 5) $\langle xy\rangle=0$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
168.	Обобщение понятия факториала на множество комплексных чисел – пи-функция удовлетворяет рекуррентному соотношению…	1) $\Pi(z)=z\Pi(z)$;
		2) $\Pi(z)=z\Pi(z-1)$;
		3) $\Pi(z)=z\Pi(z-2)$;
		4) $\Pi(z)=\dfrac{\Pi(z+1)}{z}$;
		5) $\Pi(z)=\dfrac{\Pi(z+1)}{2}$.
169.	Спектральная плотность $\varepsilon(T,\lambda)$ фотонного бозе-газа в области коротких волн задаётся формулой…	1) Борна;
		2) Рэлея – Джинса;
		3) Кирхгофа;
		4) Вина;
		5) Эренфеста.
170.	Постоянная Планка h равна…	1) $h=6,626\cdot10^{-34}$ Дж·с;
		2) $h=6,620\cdot10^{34}$ Дж·с;
		3) $h=6,026\cdot10^{-23}$ Дж·с;
		4) $h=6,006\cdot10^{-34}$ Дж·с;
		5) $h=9,626\cdot10^{-30}$ Дж·с.
171.	Свободная энергия любой макросистемы F определяется выражением…	1) $F=E+TS+\lambda\Lambda$;
		2) $F=E-TS-\lambda\Lambda$;
		3) $F=E+TS-\lambda\Lambda-\mu N$;
		4) $F=E-TS$;
		5) $F=E-TS+\mu N$.
172.	Если выполняется условие $\mu_1(\Lambda,T)=\mu_2(\Lambda,T)$, то присутствует…	1) равновесие фаз;
		2) рост энтропии;
		3) убывание энтальпии;
		4) теплообмен;
		5) рост потенциала Гиббса.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
173.	При микроканоническом распределении вероятность микросостояния ω_k связана с энтропией S как…	1) $S = \ln\omega_k$; 2) $S = -\ln\omega_k$; 3) $S = \pi\ln\omega_k$; 4) $S = -\pi\ln\omega_k$; 5) $S = -\lg\omega_k$.
174.	В законе сохранения энергии для систем с изменяющимся количеством вещества $dE = T... - PdV + \mu dN$ отсутствует дифференциал…	1) давления dP; 2) химического потенциала $d\mu$; 3) энтропии dS; 4) энтальпии dW; 5) статистического веса $d\Gamma$.
175.	Интеграл Пуассона $J'_n = \int\limits_{-\infty}^{\infty} x^n e^{-ax^2} dx$ для нечётных n равен…	1) $2J_n$; 2) J_n; 3) $(n+2)\sqrt{\pi}$; 4) ∞; 5) 0.
176.	Отношение постоянных Планка вида $\frac{h}{\hbar} = ...$	1) π; 2) 2π; 3) 3π; 4) 4π; 5) 5π.
177.	Одномерное распределение Максвелла по энергии частицы E $\omega(E) = \frac{2}{\sqrt{\pi T^3}} E^{\frac{1}{2}} e^{\cdots}$ содержит экспоненту степени…	1) $\frac{E}{T}$; 2) $\frac{T}{E}$; 3) $-\frac{\mu N}{T}$; 4) $-\frac{T}{E}$; 5) $-\frac{E}{T}$.
178.	В законе «смещения» Вина длина волны $\lambda_{(\max)}$ – это…	1) наибольшее значение λ; 2) λ для наибольшего ν; 3) координата максимума спектральной плотности; 4) λ для наибольшего ω; 5) λ для наибольшего T.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
179.	В кинетическом уравнении вида $\frac{\partial f}{\partial ...}+\vec{\upsilon}\frac{\partial f}{\partial \vec{r}}+\vec{F}\frac{\partial f}{\partial \vec{p}}=I$ отсутству-ет…	1) время t;
		2) энтропия S;
		3) статистический вес Γ;
		4) координата x;
		5) статистическая сумма z.
180.	В определении энтропии $S=\ln\ldots$ фигурирует…	1) координата x;
		2) статистический вес Γ;
		3) статистическая сумма z;
		4) время t;
		5) температура T.
181.	Статистическая физика – это раздел…	1) теоретической физики;
		2) общей физики;
		3) термодинамики;
		4) астрофизики;
		5) философии.
182.	Если гамма-функция $\Gamma(...)=\sqrt{\pi}$, то её аргумент равен…	1) 2;
		2) 3;
		3) 1;
		4) $\frac{1}{2}$;
		5) $\frac{3}{2}$.
183.	Показатель степени нормировочного множителя в одномерном распределении Максвелла по проекции скорости $\omega(\upsilon_x)=\left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{\cdots} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{2T}}$ равен…	1) $\frac{3}{2}$;
		2) $-\frac{3}{2}$;
		3) $\frac{1}{2}$;
		4) $-\frac{1}{2}$;
		5) 4.
184.	Из равенства молярных объёмов фаз следует…	1) уравнение Клапейрона – Клаузиуса;
		2) I-е уравнение Эренфеста;
		3) II-е уравнение Эренфеста;
		4) уравнение Менделеева – Клапейрона;
		5) уравнение Пуассона.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
185.	Часто используется постоянная Планка $\hbar$, связанная с h как…	1) $\hbar = \frac{h}{2\nu}$;
		2) $\hbar = \omega h$;
		3) $\hbar = \frac{h}{2\omega}$;
		4) $\hbar = \frac{h}{2\pi}$;
		5) $\hbar = \pi h$.
186.	Постоянная Больцмана k равна…	1) $k = 1{,}234 \cdot 10^{23}\,\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$;
		2) $k = 1{,}301 \cdot 10^{-3}\,\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$;
		3) $k = 1{,}381 \cdot 10^{20}\,\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$;
		4) $k = 1{,}081 \cdot 10^{-23}\,\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$;
		5) $k = 1{,}381 \cdot 10^{-23}\,\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$.
187.	Формула Вина для спектральной плотности $\varepsilon(T,\lambda)$ фотонного бозе-газа в области коротких волн имеет вид…	1) $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{hc^2}{\lambda^5} e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$;
		2) $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{2c^2}{\lambda^5} e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$;
		3) $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$;
		4) $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} e^{-\frac{hc}{T}}$;
		5) $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{\pi hc^2}{\lambda^2} e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$.
188.	Спектральная плотность $\varepsilon(T,\lambda)$ фотонного бозе-газа в области длинных волн называется формулой…	1) Рэлея – Джинса;
		2) Вина;
		3) Эренфеста;
		4) Кирхгофа;
		5) Борна.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
189.	Одномерное распределение Максвелла по энергии частицы $\omega(E)$ содержит E в степени…	1) -1;
		2) $-\frac{1}{2}$;
		3) $\frac{3}{2}$;
		4) $\frac{1}{2}$;
		5) $\frac{5}{3}$.
190.	Двумерное распределение вида $W(x,y)=\frac{1}{2\pi ab}e^{-\frac{x^2}{2a^2}-\frac{y^2}{2b^2}}$ для $\langle x^2\rangle$ и $\langle y^2\rangle$ даёт значения…	1) $\langle x^2\rangle=a^2$ и $\langle y^2\rangle=b^2$;
		2) $\langle x^2\rangle=2a^2$ и $\langle y^2\rangle=2b^2$;
		3) $\langle x^2\rangle=\frac{b^2}{3}$ и $\langle y^2\rangle=a^2$;
		4) $\langle x^2\rangle=2b^2$ и $\langle y^2\rangle=2a^2$;
		5) $\langle x^2\rangle=2a^2$ и $\langle y^2\rangle=b^2$.
191.	Значение модуля факториала вида $\lvert(-1)!\rvert$ равно…	1) $\lvert(-1)!\rvert=-1$;
		2) $\lvert(-1)!\rvert=0$;
		3) $\lvert(-1)!\rvert=1$;
		4) $\lvert(-1)!\rvert=\frac{5}{3}i$;
		5) $\lvert(-1)!\rvert=\infty$.
192.	Обобщение понятия факториала на множество комплексных чисел задаётся *П*-функцией вида…	1) $z!=\Pi(z-2)$;
		2) $z!=\Pi(z-1)$;
		3) $z!=\Pi(z)$;
		4) $z!=\Pi(z+1)$;
		5) $z!=\Pi(z+2)$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
193.	Интеграл Пуассона $J_n = \int\limits_0^\infty x^n e^{-\alpha x^2} dx$ для нечётных $n = 2m+1$ равен…	1) $J_n = \pi m a^{m+1}$;
		2) $J_n = \dfrac{m!}{2a^{m+1}}$;
		3) $J_n = \dfrac{1}{2a^{m+1}}$;
		4) $J_n = \dfrac{m!}{a^m}$;
		5) $J_n = \dfrac{m!}{a^{2m+1}}$.
194.	Нормировочный множитель A для распределения $\omega_N(E)$ по полной энергии E системы N частиц идеального больцмановского газа равен…	1) $A = \dfrac{1}{T^{\frac{3N}{2}} \Gamma\left(\dfrac{3N}{2}\right)}$;
		2) $A = T^{\frac{3N}{2}} \Gamma\left(\dfrac{3N}{2}\right)$;
		3) $A = \dfrac{2\pi}{T^{\frac{3N}{2}} \Gamma\left(\dfrac{3N}{2}\right)}$;
		4) $A = 2\pi T^{\frac{3N}{2}} \Gamma\left(\dfrac{3N}{2}\right)$;
		5) $A = 2\pi \Gamma\left(\dfrac{3N}{2}\right)$.
195.	Одномерное распределение Максвелла по проекции скорости частицы имеет вид…	1) $\omega(\upsilon_x) = \left(\dfrac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{2\pi T}}$;
		2) $\omega(\upsilon_x) = \left(\dfrac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{T}}$;
		3) $\omega(\upsilon_x) = \left(\dfrac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{5}{2}} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{2T}}$;
		4) $\omega(\upsilon_x) = \left(\dfrac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{2T}}$;
		5) $\omega(\upsilon_x) = \left(\dfrac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{2T}}$.

№	Содержание вопроса	Варианты ответов
196.	Число Авогадро N_A равно…	1) $N_A = 6{,}022\cdot 10^{30}$ моль$^{-1}$;
		2) $N_A = 6{,}022\cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$;
		3) $N_A = 6{,}022\cdot 10^{20}$ моль$^{-1}$;
		4) $N_A = 6{,}22\cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$;
		5) $N_A = 9{,}022\cdot 10^{83}$ моль$^{-1}$.
197.	Относительное отклонение полной энергии δE системы N частиц идеального больцмановского газа равно…	1) $\delta E = \sqrt{\frac{2}{3N}}$;
		2) $\delta E = \sqrt{\frac{3}{2N}}$;
		3) $\delta E = \frac{2}{3N}$;
		4) $\delta E = \frac{3}{2N}$;
		5) $\delta E = \frac{1}{N}$.
198.	Гамма-функция $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \ldots$	1) π;
		2) 1;
		3) 2π;
		4) $\sqrt{\pi}$;
		5) $\sqrt{2\pi}$.
199.	Утверждение, что поведение газа, удовлетворяющее кинетическому уравнению, приводит к росту энтропии S, называют…	1) H-теоремой Больцмана;
		2) S-теоремой Больцмана;
		3) H-теоремой Гиббса;
		4) S-теоремой Гиббса;
		5) теоремой Клапейрона.
200.	Колебания частиц плазмы, которые возникают, если нарушается взаимная компенсация зарядов в пространстве, называются…	1) максвелловскими волнами;
		2) планковскими волнами;
		3) ленгмюровскими волнами;
		4) броуновскими волнами;
		5) стоксовскими волнами.

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

№	The content of the question	Answer options
	In the microcanonical distribution the probabilities of microstates ω_k are related to the statistical weight Γ as...	1) $\omega_k = \frac{1}{\sqrt{\Gamma}}$;
		2) $\omega_k = \frac{1}{\Gamma^2}$;
		3) $\omega_k = \Gamma^2$;
		4) $\omega_k = \frac{1}{\Gamma}$;
		5) $\omega_k = \Gamma^{\frac{3}{2}}$.
2.	The Poisson integral $J_0 = \int\limits_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \ldots$	1) $\frac{3\pi}{\alpha}$;
		2) $\left(\frac{\pi}{\alpha}\right)^{\frac{3}{2}}$;
		3) $\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{1}{2}}$;
		4) $\left(\frac{2\alpha}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}$;
		5) $\left(\frac{\pi}{\alpha}\right)^{\frac{1}{2}}$.
3.	The reduction formula for the Γ– function is...	1) $\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right) = \frac{n-1}{2}\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)$;
		2) $\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right) = \frac{n+1}{2}\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)$;
		3) $\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right) = \frac{n+1}{2}\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)$;
		4) $\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right) = \frac{n-1}{2}\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)$;
		5) $\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right) = \frac{n+1}{2}\Gamma\left(\frac{n-3}{2}\right)$.

№	The content of the question	Answer options
4.	The number of microscopic states corresponding to the macroscopic state is…	1) the statistical sum z;
		2) the statistical weight Γ;
		3) the grand sum Q;
		4) the number of particles N;
		5) the entropy S.
5.	$\omega(\upsilon)=\left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{m\upsilon^2}{2T}} 4\pi\upsilon^2$ is the Maxwell distribution in the particle…	1) velocity projection;
		2) energy;
		3) velocity modulus;
		4) momentum projection;
		5) momentum modulus.
6.	In the canonical distribution, the statistical sum z has the form…	1) $z=-\sum_k e^{\frac{E_k}{T}}$;
		2) $z=\sum_k e^{-\frac{2E_k}{T}}$;
		3) $z=\sum_k e^{-\frac{E_k}{T}}$;
		4) $z=\sum_k e^{-\frac{E_k^2}{T}}$;
		5) $z=\sum_k e^{\frac{E_k^2}{T}}$.
7.	The state function defined as $S=\ln\Gamma$, is called…	1) internal energy;
		2) enthalpy;
		3) temperature;
		4) entropy;
		5) free energy.
8.	The canonical distribution assumes that the system is…	1) in an adiabat;
		2) microscopic;
		3) in a barostat;
		4) isolated;
		5) in a thermostat.
9.	A gas is called a Boltzmann gas if the number of its quantum states n_{qu} is related to the number of particles N as...	1) $n_{qu}=N$;
		2) $n_{qu}\gg N$;
		3) $n_{qu}\ll N$;
		4) $n_{qu}\approx N$;
		5) $n_{qu}<N$.

№	The content of the question	Answer options
10.	In the quasi-classical approximation, the number of quantum states n_{qu} of a Boltzmann gas is defined as...	1) $n_{qu} = \dfrac{Vp^3}{(2\pi\hbar)^3}$;
		2) $n_{qu} = \dfrac{Vp^3}{(2\pi h)^3}$;
		3) $n_{qu} = \dfrac{Vp^2}{(2\pi\hbar)^3}$;
		4) $n_{qu} = \dfrac{Vp^3}{(2\pi\hbar)^2}$;
		5) $n_{qu} = Vp^3 \cdot (2ch)^3$.
11.	The root-mean-square deviation Δx of a random variable can be calculated using the formula...	1) $\Delta x = \left\langle \left(x - \langle x \rangle\right)^2 \right\rangle$;
		2) $\Delta x = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$;
		3) $\Delta x = \sqrt{\langle x^2 \rangle + \langle x \rangle^2}$;
		4) $\Delta x = \sqrt{\left\langle \left(x + \langle x \rangle\right)^2 \right\rangle}$;
		5) $\Delta x = \sqrt{\left\langle \left(x + \langle x \rangle\right)^3 \right\rangle}$.
12.	The variance D_x of a random variable x is determined by the expression...	1) $D_x = \left\langle \left(x + \langle x \rangle\right)^2 \right\rangle$;
		2) $D_x = \left\langle \left(x - \langle x \rangle\right)^2 \right\rangle$;
		3) $D_x = \left\langle \left(x - \langle x \rangle\right)^3 \right\rangle$;
		4) $D_x = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$;
		5) $D_x = \left\langle \left(x + \langle x \rangle\right)^4 \right\rangle$.
13.	The relative deviation δx of a random variable is calculated using the formula…	1) $\delta x = \langle x \rangle \cdot x$;
		2) $\delta x = x \cdot D_x$;
		3) $\delta x = \Delta x / \langle x \rangle$;
		4) $\delta x = \langle x \rangle / \Delta x$;
		5) $\delta x = \langle x \rangle \cdot D_x$.

№	The content of the question	Answer options
14.	Stirling formula is the expression...	1) $N!=\dfrac{Z}{2}$;
		2) $N!=\Gamma(N-1)$;
		3) $N!=\Gamma(N+1)$;
		4) $N!=(2\pi N)^{\frac{1}{2}}\left(\dfrac{N}{e}\right)^{N}$;
		5) $N!=(2N)^{\frac{1}{2}}\left(\dfrac{N}{e}\right)^{N}$.
15.	Stirling formula allows for the approximation...	1) $N!=\left(\dfrac{N}{e}\right)^{N}$;
		2) $N!=2\pi^{\frac{1}{2}}\left(\dfrac{2}{e}\right)^{N}$;
		3) $N!=2N^{\frac{3}{2}}\left(\dfrac{N}{\pi}\right)^{N}$;
		4) $N!=(\pi N)^{\frac{1}{2}}\left(\dfrac{e}{N}\right)^{2N}$;
		5) $N!=2\pi N\left(\dfrac{N}{3}\right)^{3N}$.
16.	Within the framework of the statistical method, nonequilibrium states and nonequilibrium processes are studied by…	1) statistical physics;
		2) thermodynamics;
		3) physical kinetics;
		4) physical chemistry;
		5) physicochemical hyperstatistics.
17.	Within the framework of the statistical method, equilibrium states and equilibrium processes are studied by...	1) thermodynamics;
		2) chemical physics;
		3) physical chemistry;
		4) statistical physics;
		5) physical kinetics.
18.	$6N$-dimensional space whose coordinates are canonical variables is called… space.	1) Riemannian;
		2) phase;
		3) Euclidean;
		4) pseudo-Euclidean;
		5) Lobachevsky.

№	The content of the question	Answer options
19.	The coefficient connecting the dimensionless entropy S with the thermodynamic entropy S_{th} is...	1) Planck's constant; 2) Wien's constant; 3) Boltzmann's constant; 4) the speed of light in a vacuum; 5) the number π.
20.	In statistical physics, temperature is often measured in… rather than kelvins.	1) watts; 2) joules; 3) meters; 4) meters per second; 5) newtons.
21.	A consequence of Stirling formula is the expression...	1) $\frac{d}{dN}(\ln N!) = \ln N$; 2) $\frac{d}{dN}(\ln N) = \ln N!$; 3) $\frac{d}{dN}(\ln N!!) = \ln N$; 4) $\frac{d}{dN}(\ln N!) = \ln N!$; 5) $\frac{d}{dN}(\ln N) = \ln N$.
22.	The definition of entropy S for open systems using the probabilities of microstates ω_k has the form…	1) $S = -\prod_k \omega_k \ln \omega_k$; 2) $S = \frac{3}{\sum_k \omega_k \lg \omega_k}$; 3) $S = -\sum_k \omega_k \lg \omega_k$; 4) $S = \frac{\sum_k \omega_k \ln \omega_k}{2}$; 5) $S = -\sum_k \omega_k \ln \omega_k$.
23.	The gas where the potential energy of paired intermolecular interaction is negligible compared to the kinetic energy of any molecule is called… gas.	1) quantum; 2) Boltzmann; 3) van der Waals; 4) ideal; 5) Bose.

№	The content of the question	Answer options
24.	The Maxwell distribution for an ideal Boltzmann gas is a direct consequence of the… distribution.	1) microcanonical;
		2) canonical;
		3) grand canonical;
		4) macrocanonical;
		5) small canonical.
25.	The statistical sum z in the Maxwell distribution is defined as...	1) $z = N\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}}$;
		2) $z = V\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{-\frac{3}{2}}$;
		3) $z = V\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}}$;
		4) $z = N\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{\frac{1}{2}}$;
		5) $z = V\left(\frac{NT}{2\pi\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}}$.
26.	For the Maxwell distribution, the mean square of the energy of a molecule $\langle E^2 \rangle$ is calculated by the formula…	1) $\langle E^2 \rangle = \frac{13}{4}T^2$;
		2) $\langle E^2 \rangle = \frac{3}{2}T^2$;
		3) $\langle E^2 \rangle = \frac{15}{4}T^2$;
		4) $\langle E^2 \rangle = \frac{5}{4}T^2$;
		5) $\langle E^2 \rangle = \frac{15}{2}T^2$.
27.	For the Maxwell distribution, the variance of the energy of a molecule D_E is calculated using the formula…	1) $D_E = 5T^2$;
		2) $D_E = 15T^2$;
		3) $D_E = T^2$;
		4) $D_E = \frac{13}{2}T^2$;
		5) $D_E = \frac{3}{2}T^2$.

№	The content of the question	Answer options
28.	Taking into account the identity of the particles, the statistical sum of a gas Z is related to the statistical sum of a one molecule z as...	1) $Z = z^N \cdot N$;
		2) $Z = \dfrac{z^N}{N!}$;
		3) $Z = \dfrac{z^{-N}}{N}$;
		4) $Z = z^{-N} \cdot N!$;
		5) $Z = N!$.
29.	The free energy of a macrosystem F depends on temperature T andthe statistical sum Z as...	1) $F = -T \ln Z$;
		2) $F = T \ln Z$;
		3) $F = \dfrac{3}{2} T \ln Z$;
		4) $F = T^4 \ln Z$;
		5) $F = -\dfrac{5}{2} T \ln Z$.
30.	The formula … = $N \ln \dfrac{V}{N} + \dfrac{3}{2} N \ln T + \dfrac{3}{2} N \ln\left(\dfrac{m}{2\pi\hbar^2}\right) + \dfrac{5}{2} N$ determines the exact value of the… of a Boltzmann ideal gas.	1) statistical sum Z;
		2) Ω-potential;
		3) enthalpy W;
		4) entropy S;
		5) energy E.
31.	In statistical physics, chemical potential μ is the thermodynamic Gibbs potential of…	1) the whole macrosystem;
		2) one mole of a substance;
		3) one particle;
		4) a thermostat;
		5) an adiabat.
32.	The grand canonical distribution is a distribution of the form...	1) $\omega_{N,k} = \dfrac{1}{Q} e^{\frac{\mu N + E_{N,k}}{T}}$;
		2) $\omega_{N,k} = \dfrac{1}{Q} e^{\frac{\mu N - E_{N,k}}{T}}$;
		3) $\omega_{N,k} = \dfrac{Z}{Q} e^{\frac{\mu N + E_{N,k}}{T}}$;
		4) $\omega_{N,k} = \dfrac{1}{Q} e^{\frac{E_{N,k} - \mu N}{S}}$;
		5) $\omega_{N,k} = \dfrac{1}{Q} T^{\frac{E_{N,k} - \mu N}{T}}$.

№	The content of the question	Answer options
33.	Ω-potential is determined by the expression...	1) $\Omega = E + TS - \mu N$; 2) $\Omega = E - TS + \mu N$; 3) $\Omega = E + TS + \mu N$; 4) $\Omega = E - TS - \mu N$; 5) $\Omega = -E + TS - \mu N$.
34.	Free energy F is determined by the expression…	1) $F = \Omega + \mu N$; 2) $F = \Omega - \mu N$; 3) $F = \frac{-\Omega + \mu N}{3}$; 4) $F = -\Omega - \mu N$; 5) $F = -\frac{\Omega}{\mu N}$.
35.	The exact differential of the Ω-potential is...	1) $d\Omega = -SdT + \Lambda d\lambda + Nd\mu$; 2) $d\Omega = SdT + \Lambda d\lambda + Nd\mu$; 3) $d\Omega = -SdT + \Lambda d\lambda - Nd\mu$; 4) $d\Omega = SdT - \Lambda d\lambda + Nd\mu$; 5) $d\Omega = -SdT + Nd\mu$.
36.	The exact differential of the free energy F is...	1) $dF = -SdT + \Lambda d\lambda + Nd\mu$; 2) $dF = SdT + \Lambda d\lambda + Nd\mu$; 3) $dF = -SdT + \Lambda d\lambda - Nd\mu$; 4) $dF = SdT - \Lambda d\lambda + Nd\mu$; 5) $dF = -\Lambda d\lambda + Nd\mu$.
37.	The Ω-potential and the grand sum Q are related by the expression...	1) $\Omega = -T \ln Q$; 2) $\Omega = -T \lg Q$; 3) $\Omega = T \ln Q$; 4) $\Omega = T \lg Q$; 5) $\Omega = 2T \ln Q$.
38.	The entropy S and the Ω-potential are related by the expression...	1) $S = \frac{\partial \Omega}{\partial T}$; 2) $S = -\frac{\partial \Omega}{\partial T}$; 3) $S = -\frac{\partial T}{\partial \Omega}$; 4) $S = \frac{\partial T}{\partial \Omega}$; 5) $\Omega = -\frac{\partial S}{\partial T}$.

№	The content of the question	Answer options
39.	If a gas is ideal but not Boltzmann, it is called a… gas.	1) nondegenerate;
		2) degenerate;
		3) Maxwell;
		4) supersaturated;
		5) Planck.
40.	The expression $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}} + 1}$ is called the… distribution.	1) Fermi;
		2) Fermi – Planck;
		3) Fermi – Dirac;
		4) Planck – Dirac;
		5) Plank;
41.	The expression $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}} - 1}$ is called the… distribution.	1) Bose;
		2) Bizet – Shchedrin;
		3) Einstein – Bohr;
		4) Bose – Einstein;
		5) Bohr – Planck.
42.	In the Fermi – Dirac distribution $\langle N_k \rangle = 0,5$provided that…	1) $\varepsilon_k = \mu$;
		2) $\varepsilon_k = 2\mu$;
		3) $\varepsilon_k = -\mu$;
		4) $\varepsilon_k = -2\mu$;
		5) $\varepsilon_k = 0,5\mu$.
43.	The grand sum Q for the Bose – Einstein distribution is defined as...	1) $Q = \frac{\pi}{1 - e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}}}$;
		2) $Q = \frac{1}{1 - e^{\frac{\mu - \varepsilon_k}{T}}}$;
		3) $Q = \frac{1}{1 + e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}}}$;
		4) $Q = 1 + e^{\frac{\mu - \varepsilon_k}{T}}$;
		5) $Q = \frac{\mu}{1 - e^{\frac{\mu - \varepsilon_k}{T}}}$.
44.	The Bose – Einstein distribution applies to a degenerate… gas.	1) proton;
		2) neutron;
		3) electron;
		4) positron;
		5) photon.

№	The content of the question	Answer options
45.	The Fermi – Dirac distribution applies to a degenerate… gas.	1) photon;
		2) pion;
		3) positron;
		4) phonon;
		5) alpha-particle.
46.	The grand sum Q for the Fermi – Dirac distribution is defined as...	1) $Q = 1 + e^{\frac{\mu - \varepsilon_k}{T}}$;
		2) $Q = 1 - e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}}$;
		3) $Q = e^{\frac{\varepsilon_k - \mu}{T}} - 1$;
		4) $Q = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon_k + \mu}{T}} - 1}$;
		5) $Q = \frac{2}{1 + e^{\frac{\varepsilon_k + \mu}{T}}}$.
47.	The normalization condition for the Fermi – Dirac distribution is...	1) $\sum_k \langle N_k \rangle = 1$;
		2) $\sum_k \langle N_k \rangle = \infty$;
		3) $\sum_k \langle N_k \rangle = 0$;
		4) $\sum_k \langle N_k \rangle = N$;
		5) $\sum_k \langle N_k \rangle = \mu$.
48.	The normalization condition for the Bose – Einstein distribution is...	1) $\sum_k \langle N_k \rangle = 0$;
		2) $\sum_k \langle N_k \rangle = 1$;
		3) $\sum_k \langle N_k \rangle = \mu$;
		4) $\sum_k \langle N_k \rangle = N$;
		5) $\sum_k \langle N_k \rangle = \infty$.

№	The content of the question	Answer options
49.	The virial representation of the equation of state of a non-ideal gas has the form...	1) $P = F\sum_n B_n(T)\left(\frac{N}{V}\right)^n$;
		2) $P = S\sum_n B_n(T)\left(\frac{N}{V}\right)^n$;
		3) $P = V\sum_n B_n(T)\left(\frac{N}{V}\right)^n$;
		4) $P = k\sum_n B_n(T)\left(\frac{N}{V}\right)^n$;
		5) $P = T\sum_n B_n(T)\left(\frac{N}{V}\right)^n$.
50.	The first virial coefficient $B_1(T)$ is equal to…	1) 0;
		2) 1;
		3) e;
		4) π;
		5) R.
51.	The second virial coefficient $B_2(T)$ has a temperature dependence of the form...	1) $B_2(T) = b - aT$;
		2) $B_2(T) = b + aT$;
		3) $B_2(T) = b - aT^{-1}$;
		4) $B_2(T) = b + \frac{a}{T}$;
		5) $B_2(T) = b - \frac{a}{T^2}$.
52.	The “statistical” van der Waals equation has the form...	1) $P = \frac{RT}{V - bN} - \frac{aN^2}{V^2}$;
		2) $P = \frac{NT}{V - bN} - \frac{aR^2}{V^2}$;
		3) $P = \frac{NT}{V - bN} - \frac{aN^2}{V^2}$;
		4) $P = \frac{NT}{V - bN} - \frac{aN^2}{R^2}$;
		5) $P = \frac{NT}{V - bR} - \frac{aN^2}{T^2}$.

№	The content of the question	Answer options
53.	The energy E of a van der Waals gas can be calculated using the formula...	1) $E = \frac{3}{2}RT + \frac{aN^2}{V}$;
		2) $E = \frac{5}{2}NT + \frac{aN^2}{V}$;
		3) $E = \frac{1}{2}NT + \frac{aN^2}{V}$;
		4) $E = \frac{3}{2}RT - \frac{aN^2}{V}$;
		5) $E = \frac{3}{2}NT - \frac{aN^2}{V}$.
54.	The entropy of a van der Waals gas is greater than the entropy of an ideal gas by…	1) $\Delta S = N\ln\left(1-\frac{bN}{V}\right)$;
		2) $\Delta S = V\ln\left(1-\frac{bN}{V}\right)$;
		3) $\Delta S = N\ln\left(1+\frac{bN}{V}\right)$;
		4) $\Delta S = T\ln\left(1-\frac{bN}{V}\right)$;
		5) $\Delta S = N\ln\left(1+\frac{bT}{V}\right)$.
55.	The isochoric heat capacity of a van der Waals gas is related to the isochoric heat capacity of an ideal gas by the relation…	1) $c_V \le c_{V(id)}$;
		2) $c_V = c_{V(id)}$;
		3) $c_V < c_{V(id)}$;
		4) $c_V > c_{V(id)}$;
		5) $c_V \ne \frac{c_{V(id)}}{2}$.
56.	Landau's theory of second-order phase transitions uses a characteristic of the internal symmetry of the system η called...	1) absolute disorder coefficient;
		2) harmony parameter;
		3) symmetry parameter;
		4) order parameter;
		5) symmetry-antisymmetry coefficient.

№	The content of the question	Answer options
57.	The critical indices in Landau's theory of second-order phase transitions numerically are equal to...	1) $\alpha'=1;\quad \beta'=0,5;\quad \gamma=0$;
		2) $\alpha=0;\quad \beta=0,5;\quad \gamma=1$;
		3) $\alpha=\alpha'=0,5;\quad \beta=\beta'=0;$ $\gamma=\gamma'=1;$
		4) $\alpha=1;\quad \beta'=0,5;\quad \gamma'=1;$
		5) $\alpha=0;\quad \alpha'=1;\quad \beta=0;$ $\beta'=0,5;\quad \gamma=\gamma'=0.$
58.	The Ω-potential of an ideal Fermi gas can be represented as...	1) $\Omega=-T\sum_k \ln\left(1-\langle N_k\rangle\right)$;
		2) $\Omega=T\sum_k \ln\left(1+\langle N_k\rangle\right)$;
		3) $\Omega=S\sum_k \ln\left(1-\langle N_k\rangle\right)$;
		4) $\Omega=T\sum_k \ln\left(1-\langle N_k\rangle\right)$;
		5) $\Omega=-S\sum_k \ln\left(1+\langle N_k\rangle\right)$.
59.	The Ω-potential of an ideal Bose gas can be represented as...	1) $\Omega=-T\sum_k \ln\left(1+\langle N_k\rangle\right)$;
		2) $\Omega=T\sum_k \ln\left(1+\langle N_k\rangle\right)$;
		3) $\Omega=S\sum_k \ln\left(1-\langle N_k\rangle\right)$;
		4) $\Omega=T\sum_k \ln\left(1-\langle N_k\rangle\right)$;
		5) $\Omega=-S\sum_k \ln\left(1+\langle N_k\rangle\right)$.
60.	In the expansion of the Gibbs potential in terms of the order parameter η, the presence of an external field corresponds to a term X that satisfies the condition...	1) $X\sim\eta^3$;
		2) $X\sim\eta^2$;
		3) $X\sim\eta$;
		4) $X\sim\sqrt{\eta}$;
		5) $X\sim\eta^{-1}$.
61.	This is a… if the entropy can be represented as $S=\sum_k\left[\left(1+\langle N_k\rangle\right)\ln\left(1+\langle N_k\rangle\right)-\right.$ $\left.-\langle N_k\rangle\ln\langle N_k\rangle\right]$.	1) Fermi gas;
		2) Bose gas;
		3) non-ideal gas;
		4) van der Waals gas;
		5) plasma.

№	The content of the question	Answer options
62.	The fluctuation of a physical quantity *x*, which can be calculated using the formula $D_x = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2$, is called…	1) destruction;
		2) dissociation;
		3) variance;
		4) discussion;
		5) deduction.
63.	This is a … if the entropy can be represented as $S = -\sum_k \left[\left(1-\langle N_k \rangle\right) \ln\left(1-\langle N_k \rangle\right) + \right.$ $\left. + \langle N_k \rangle \ln \langle N_k \rangle \right]$.	1) plasma;
		2) van der Waals gas;
		3) non-ideal gas;
		4) Bose gas;
		5) Fermi gas.
64.	Fluctuations in macrosystems that are not in equilibrium with the thermostat, but have certain values of thermodynamic quantities, are called...	1) quasi-stable;
		2) quasi-classical;
		3) pseudo-classical;
		4) quasi-stationary;
		5) microparametric pseudo-stable.
65.	The quasi-stationary temperature variance $\langle (\Delta T)^2 \rangle$ is determined by the expression…	1) $\langle (\Delta T)^2 \rangle = \frac{T^2}{c_T}$;
		2) $\langle (\Delta T)^2 \rangle = \frac{T^2}{c_V}$;
		3) $\langle (\Delta T)^2 \rangle = \frac{S^2}{c_V}$;
		4) $\langle (\Delta T)^2 \rangle = \frac{T^2}{c_S}$;
		5) $\langle (\Delta T)^2 \rangle = \frac{T^3}{c_V}$.
66.	The quasi-stationary entropy variance $\langle (\Delta S)^2 \rangle$ is determined by the expression…	1) $\langle (\Delta S)^2 \rangle = c_P$;
		2) $\langle (\Delta S)^2 \rangle = c_V T$;
		3) $\langle (\Delta S)^2 \rangle = c_V$;
		4) $\langle (\Delta S)^2 \rangle = c_P V$;
		5) $\langle (\Delta S)^2 \rangle = c_S$.

№	The content of the question	Answer options
67.	The quasi-stationary volume variance $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle$ is determined by the expression…	1) $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_S$;
		2) $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle = -T\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$;
		3) $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T$;
		4) $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle = -T\left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$;
		5) $\left\langle (\Delta V)^2 \right\rangle = -T\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$.
68.	The quasi-stationary pressure variance $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle$ is determined by the expression…	1) $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_S$;
		2) $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle = -T\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S$;
		3) $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T$;
		4) $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle = -T\left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$;
		5) $\left\langle (\Delta P)^2 \right\rangle = -T\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$.
69.	The quasi-stationary fluctuation $\left\langle \Delta T \Delta V \right\rangle$ is equal to...	1) ∞;
		2) π;
		3) 0;
		4) c_S;
		5) c_V.
70.	The quasi-stationary fluctuation $\left\langle \Delta S \Delta P \right\rangle$ is equal to...	1) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S$;
		2) 1;
		3) ∞;
		4) 0;
		5) c_P.

№	The content of the question	Answer options
71.	For a relative quasi-stationary fluctuation of temperature δT, the statement is true that...	1) $\delta T \sim N$;
		2) $\delta T \sim N^{\frac{1}{2}}$;
		3) $\delta T \sim 0$;
		4) $\delta T \sim \frac{1}{N^{\frac{1}{2}}}$;
		5) $\delta T \sim \frac{1}{N}$.
72.	The quasi-stationary particle number variance $\left\langle (\Delta N)^2 \right\rangle$ is determined by the expression…	1) $\left\langle (\Delta N)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial N}{\partial \mu}\right)_{S,P}$;
		2) $\left\langle (\Delta N)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_{S,T}$;
		3) $\left\langle (\Delta N)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial N}{\partial \mu}\right)_{V,T}$;
		4) $\left\langle (\Delta N)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_{S,N}$;
		5) $\left\langle (\Delta N)^2 \right\rangle = T\left(\frac{\partial N}{\partial T}\right)_{S,V}$.
73.	The quasi-stationary fluctuation $\langle \Delta N \Delta T \rangle$ is equal to...	1) 0;
		2) 1;
		3) ∞;
		4) 0,005;
		5) 10^{-10}.
74.	The quasi-stationary variance of the particle number in the *k-th* quantum state of a Fermi gas $\left\langle (\Delta N_k)^2 \right\rangle$ is determined by the expression…	1) $\left\langle (\Delta N_k)^2 \right\rangle = \langle N_k \rangle - \langle N_k \rangle^2$;
		2) $\left\langle (\Delta N_k)^2 \right\rangle = \langle N_k \rangle + \langle N_k \rangle^2$;
		3) $\left\langle (\Delta N_k)^2 \right\rangle = \langle N_k \rangle$;
		4) $\left\langle (\Delta N_k)^2 \right\rangle = \langle N_k \rangle^2$;
		5) $\left\langle (\Delta N_k)^2 \right\rangle = \frac{\langle N_k \rangle}{\langle \varepsilon_k \rangle^2}$.

№	The content of the question	Answer options
75.	The quasi-stationary variance of the particle number in the *k-th* quantum state of a Bose gas $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle$ is determined by the expression…	1) $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle$;
		2) $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle^2$;
		3) $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle^2 + 1$;
		4) $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle + \left\langle N_k \right\rangle^2$;
		5) $\left\langle \left(\Delta N_k\right)^2 \right\rangle = \left\langle N_k \right\rangle - \left\langle N_k \right\rangle^2$.
76.	The relative quasi-stationary fluctuation of the particle number δN_k in the *k-th* quantum state of a Fermi gas is expressed as…	1) $\delta N_k = 0$;
		2) $\delta N_k = \sqrt{1 - \left\langle N_k \right\rangle}$;
		3) $\delta N_k = \sqrt{\left\langle N_k \right\rangle^{-1} - 1}$;
		4) $\delta N_k = 1 - \left\langle N_k \right\rangle$;
		5) $\delta N_k = 1 + \left\langle N_k \right\rangle$.
77.	The relative quasi-stationary fluctuation of the particle number δN_k in the *k-th* quantum state of a Bose gas is expressed as…	1) $\delta N_k = \left\langle N_k \right\rangle$;
		2) $\delta N_k = 2 + \left\langle N_k \right\rangle$;
		3) $\delta N_k = \sqrt{1 - \left\langle N_k \right\rangle}$;
		4) $\delta N_k = \sqrt{\frac{1}{\left\langle N_k \right\rangle} + 1}$;
		5) $\delta N_k = 0$.
78.	For classical systems, the statistical integral Z_{cl} is defined as…	1) $Z_{cl} = \frac{1}{N!!} \int e^{\frac{H(p,q)}{T}} d\Gamma$;
		2) $Z_{cl} = \frac{1}{N!} \int e^{-\frac{H(p,q)}{T}} d\Gamma$;
		3) $Z_{cl} = \frac{1}{N!} \int e^{-\frac{H(p,q)}{T}} dN$;
		4) $Z_{cl} = \frac{1}{N!} \int e^{-\frac{H(p,q)}{V}} d\Gamma$;
		5) $Z_{cl} = \frac{1}{N!} \int e^{\frac{H(p,q)}{T}} dV$.

№	The content of the question	Answer options
79.	In general, the statistical weight differential $d\Gamma$ for classical systems is defined as...	1) $d\Gamma = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{p}_1 \dots d\vec{p}_N$;
		2) $d\Gamma = \frac{\gamma^N}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{q}_1 \dots d\vec{q}_N$;
		3) $d\Gamma = d\vec{p}_1 \dots d\vec{p}_N \, d\vec{q}_1 \dots d\vec{q}_N$;
		4) $d\Gamma = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{p}_1 \dots d\vec{p}_N \times$ $\times \, d\vec{q}_1 \dots d\vec{q}_N$;
		5) $d\Gamma = \frac{\gamma^N}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{p}_1 \dots d\vec{p}_N \times$ $\times d\vec{q}_1 \dots d\vec{q}_N$.
80.	The Bose – Einstein distribution function has a vertical asymptote on the left at...	1) $\varepsilon_k = 0$;
		2) $\varepsilon_k = 0{,}5\mu$;
		3) $\varepsilon_k = -\mu$;
		4) $\varepsilon_k = 1{,}5\mu$;
		5) $\varepsilon_k = \mu$.
81.	The statistical weight $\Gamma(E,x)$ of a macrostate depends on the energy *E* and the variable *x*, which includes its other...	1) microparameters;
		2) coordinates;
		3) macroparameters;
		4) nanoparameters;
		5) megaparameters.
82.	The statement, that in a closed system all microstates, with a given energy, are equally probable, was put forward in the framework of classical mechanics by…	1) L. Boltzmann;
		2) M. Planck;
		3) A. Poincaré;
		4) M. Lomonosov;
		5) I. Prigogine.

№	The content of the question	Answer options
83.	For a classical system, the microcanonical distribution defines a probability differential $d\omega$ in phase space of the form...	1) $d\omega = A\delta\big(H(q,p)+E\big) \times$ $\times\, dpdq$;
		2) $d\omega = A\delta\big(H(q,p)-E\big) \times$ $\times\, dpdq$;
		3) $d\omega = A\theta\big(H(q,p)+E\big) \times$ $\times\, dpdq$;
		4) $d\omega = A\theta\big(H(q,p)-E\big) \times$ $\times\, dpdq$;
		5) $d\omega = A\Gamma\big(H(q,p)+E\big) \times$ $\times\, dpdq$.
84.	The statistical weight Γ of an ideal gas containing N particles is…, where A = Const.	1) $\Gamma = AE^{\frac{N}{2}}V^{N}$;
		2) $\Gamma = AE^{\frac{N}{2}}V^{\frac{N}{2}}$;
		3) $\Gamma = AE^{\frac{3N}{2}}V^{N}$;
		4) $\Gamma = AE^{\frac{3N}{2}}V^{2N}$;
		5) $\Gamma = BE^{\frac{3}{2}}T$.
85.	The statistical weight Γ of an ideal gas containing N particles at a fixed volume is…, where B = Const.	1) $\Gamma = BE^{\frac{N}{2}}$;
		2) $\Gamma = BNE^{\frac{3}{2}}$;
		3) $\Gamma = BE^{\frac{5N}{2}}$;
		4) $\Gamma = BE^{\frac{3N}{2}}S$;
		5) $\Gamma = BE^{\frac{3N}{2}}$.
86.	For a two-level system of N particles with energy E and energies of levels 0 and ε, the statistical weight Γ is equal to…, where $L = \dfrac{E}{\varepsilon}$.	1) $\Gamma = \dfrac{N!}{L!(N+L)!}$;
		2) $\Gamma = \dfrac{N!!}{L!(N-L)!}$;
		3) $\Gamma = \dfrac{N!}{L!(N-L)!}$;
		4) $\Gamma = \dfrac{N}{L!(N-L)!}$;
		5) $\Gamma = \dfrac{N!}{L!(N!-L!)}$.

№	The content of the question	Answer options
87.	The temperature T of a two-level system of N particles with energy E and energies of levels 0 and ε follows from the formula…, where $L=\dfrac{E}{\varepsilon}$.	1) $T^{-1}=\varepsilon\ln\left[\dfrac{(N-L)}{L}\right]$;
		2) $T=\varepsilon^{-1}\ln\left[\dfrac{(N-L)}{N}\right]$;
		3) $T=\varepsilon\ln\left[\dfrac{(N-L)}{L}\right]$;
		4) $T^{-1}=\varepsilon^{-1}\ln\left[\dfrac{(N-L)}{N}\right]$;
		5) $T^{-1}=\varepsilon^{-1}\ln\left[\dfrac{(N-L)}{L}\right]$.
88.	The energy E of a two-level system of N particles with energies of levels 0 and ε at a temperature T is equal to…	1) $E=\dfrac{\varepsilon N}{e^{\frac{\varepsilon}{T}}}$;
		2) $E=\dfrac{\varepsilon N!}{8e^{-\frac{\varepsilon}{T}}}$;
		3) $E=\dfrac{N}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}}-1\right)}$;
		4) $E=\dfrac{\varepsilon N}{2e^{\frac{\varepsilon}{T}}}$;
		5) $E=\dfrac{\varepsilon N}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}}+1\right)}$.

№	The content of the question	Answer options
89.	The heat capacity c of a two-level system of N particles with energies of levels 0 and ε at a temperature T is equal to…	1) $c = \dfrac{\varepsilon^2 e^{\frac{\varepsilon}{T}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}} - 1\right)^2 T^2}$;
		2) $c = \dfrac{\varepsilon^2 N e^{\frac{\varepsilon}{T}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}} + 1\right)^2 T^2}$;
		3) $c = \dfrac{N e^{\frac{\varepsilon}{T}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}} + 1\right) T^2}$;
		4) $c = \dfrac{\varepsilon^2 N e^{\frac{\varepsilon}{T}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}} - 1\right) T^2}$;
		5) $c = \dfrac{\varepsilon N e^{\frac{\varepsilon}{T}}}{\left(e^{\frac{\varepsilon}{T}} + 1\right)^2 T}$.
90.	In information theory, entropy is the amount of information I, defined by the probability of a message ω as...	1) $I = \omega \log_2 \omega$;
		2) $I = -\lg \omega$;
		3) $I = -\ln \omega$;
		4) $I = -\log_2 \omega$;
		5) $I = \log_2 \omega$.
91.	For a large number N of identical harmonic oscillators, the statistical weight Γ of a state with energy $E = L\hbar\omega$ is determined by the number of combinations C of the form…	1) $\Gamma = C_{N-1}^{L}$;
		2) $\Gamma = C_{L-1}^{N}$;
		3) $\Gamma = C_{N+L-1}^{L}$;
		4) $\Gamma = C_{N+L}^{N}$;
		5) $\Gamma = C_{N}^{L}$.

№	The content of the question	Answer options
92.	The magnetic susceptibility χ of a gas of N particles of spin $\frac{1}{2}$ in a magnetic field has the form…, where μ is the magnetic moment of the particle.	1) $\chi = NV\mu^2$;
		2) $\chi = \frac{N\mu}{VT}$;
		3) $\chi = \frac{N\mu^2}{T}$;
		4) $\chi = \frac{N\mu^2}{VT}$;
		5) $\chi = \frac{\mu^2}{VT}$.
93.	A closed "body-thermostat" system obeys the… distribution.	1) canonical;
		2) microcanonical;
		3) noncanonical;
		4) Maxwell;
		5) normal.
94.	The mean value of the body energy $\langle E\rangle$ in a thermostat is expressed by the temperature T and the statistical sum Z as…	1) $\langle E\rangle = \frac{T^2\partial(\ln Z)}{\partial T}$;
		2) $\langle E\rangle = \frac{T\partial(\ln Z)}{\partial T}$;
		3) $\langle E\rangle = \frac{\partial(\ln Z)}{\partial T}$;
		4) $\langle E\rangle = \frac{-T^2\partial(\ln Z)}{\partial T}$;
		5) $\langle E\rangle = \frac{-T\partial(\ln Z)}{\partial T}$.
95.	The mean value of the square of body energy $\langle E^2\rangle$ in a thermostat is expressed by the temperature T and the statistical sum Z as…	1) $\langle E^2\rangle = ZT\left(\frac{\partial^2 Z}{\partial T^2}\right)$;
		2) $\langle E^2\rangle = Z^{-1}T^4\left(\frac{\partial Z}{\partial T}\right)$;
		3) $\langle E^2\rangle = T^4\left(\frac{\partial^2 Z}{\partial T^2}\right)$;
		4) $\langle E^2\rangle = Z\left(\frac{\partial^2 Z}{\partial T^2}\right)$;
		5) $\langle E^2\rangle = Z^{-1}T^4\left(\frac{\partial^2 Z}{\partial T^2}\right)$.

№	The content of the question	Answer options
96.	The variance $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle$ of a body's energy in a thermostat is equal to...	1) $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle = \dfrac{T^2 c_P}{\sqrt[3]{c_V}}$;
		2) $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle = T^2 c_V$;
		3) $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle = \dfrac{S^2 c_V}{\sqrt{3}}$;
		4) $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle = \dfrac{S^{\frac{2}{3}} c_P}{\sqrt{\pi}}$;
		5) $\left\langle (\Delta E)^2 \right\rangle = \dfrac{c_V^3}{\sqrt{2}}$.
97.	The entropy S of a body in a thermostat is expressed by the temperature T and the statistical sum Z as...	1) $S = -\dfrac{\partial (T \ln Z)}{\partial T}$;
		2) $S = \dfrac{\partial (T \ln Z)}{\partial Z}$;
		3) $S = \dfrac{\partial (T \ln Z)}{\partial T}$;
		4) $S = -\dfrac{\partial (\ln Z)}{\partial Z}$;
		5) $S = \dfrac{2\partial (\ln Z)}{\partial T}$.
98.	The generalized force Λ is related to the statistical sum Z, the generalized coordinate λ and the temperature T as…	1) $\Lambda = -\dfrac{Z\partial (\ln Z)}{\partial \lambda}$;
		2) $\Lambda = \dfrac{\partial (\ln Z)}{\partial \lambda}$;
		3) $\Lambda = \dfrac{\lambda\partial (\ln Z)}{\partial \lambda}$;
		4) $\Lambda = -\dfrac{T\partial (\ln Z)}{\partial \lambda}$;
		5) $\Lambda = \dfrac{T\partial (\ln Z)}{\partial \lambda}$.

№	The content of the question	Answer options
99.	The mean distance a between molecules is defined as...	1) $a=\left(\frac{N}{V}\right)^{\frac{1}{3}}$;
		2) $a=\left(\frac{V}{N}\right)^{\frac{1}{3}}$;
		3) $a=\left(\frac{V}{N}\right)^{3}$;
		4) $a=\left(\frac{N}{V}\right)^{3}$;
		5) $a=\frac{V}{N^{\frac{1}{3}}}$.
100.	The de Broglie wavelength λ_{Br} of a particle and the modulus of its momentum p are related as…	1) $\lambda_{Br}=\frac{2\pi\hbar}{p}$;
		2) $\lambda_{Br}=\frac{\pi\hbar}{p}$;
		3) $\lambda_{Br}=\frac{2\hbar}{p}$;
		4) $\lambda_{Br}=\frac{2\pi p}{\hbar}$;
		5) $\lambda_{Br}=\frac{2\pi}{p}$.
101.	The contribution of vibrations to the heat capacity of a diatomic gas is significant, starting from temperature…	1) $T_{th}\approx 1\ 000$ K;
		2) $T_{th}\approx 10\ 000$ K;
		3) $T_{th}\approx 100$ K;
		4) $T_{th}\approx 273$ K;
		5) $T_{th}\approx 1\ 000\ ^{\circ}C$.

№	The content of the question	Answer options
102.	The total molar isochoric heat capacity C_v of a diatomic gas at the temperature of the beginning of dissociation reaches a value…	1) $C_v = \frac{1}{2}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		2) $C_v = \frac{3}{2}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		3) $C_v = \frac{5}{2}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		4) $C_v = \frac{7}{2}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		5) $C_v = \frac{9}{2}\,\mathrm{mol}^{-1}$.
103.	The total molar isochoric heat capacity C_v of a diatomic gas begins to increase from the value...	1) $C_v = \frac{1}{2}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		2) $C_v = \frac{1}{5}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		3) $C_v = \frac{3}{2}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		4) $C_v = \frac{2}{3}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		5) $C_v = \frac{5}{2}\,\mathrm{mol}^{-1}$.
104.	The statement that a classical gas of charged particles is not magnetic substance is called… theorem.	1) Born – Smoluchowski – van Leeuwen;
		2) Bohr – van Dyck – Einstein;
		3) Born – Borowikovsky – Bohr;
		4) Bohr – Rutherford;
		5) Bohr – van Leeuwen.
105.	Landau's diamagnetism compensates by… Pauli's paramagnetism for free moving electrons.	1) $0,5$;
		2) $\frac{1}{3}$;
		3) $0,25$;
		4) $0,2$;
		5) $\sqrt{2}$.

№	The content of the question	Answer options
106.	The physical dimension of the grand sum Q is...	1) J;
		2) 1;
		3) m;
		4) s;
		5) W.
107.	The grand sum Q is generally defined as…	1) $Q=\sum_N e^{\frac{\mu N}{T}} \sum_k e^{-\frac{E_{N,k}}{T}}$;
		2) $Q=\sum_N e^{-\frac{\mu N}{T}} \sum_k e^{\frac{E_{N,k}}{T}}$;
		3) $Q=\sum_N e^{\frac{\mu N}{T}} \sum_k e^{\frac{E_{N,k}}{T}}$;
		4) $Q=\sum_N e^{-\frac{\mu N}{T}} \sum_k e^{-\frac{E_{N,k}}{T}}$;
		5) $Q=\sum_N e^{\frac{\mu N}{S}} \sum_k e^{-\frac{E_{N,k}}{S}}$.
108.	In a nonequilibrium state of an ideal gas, the statistical weight Γ_i of a group of states G_i and the number of particles N_i in the group satisfy the condition…	1) $\Gamma_i \approx \frac{G_i^{N_i}}{2(N_i+1)!}$;
		2) $\Gamma_i \approx \frac{N_i^{N_i}}{G_i!}$;
		3) $\Gamma_i \approx \frac{G_i^{N_i}}{N_i}$;
		4) $\Gamma_i \approx \frac{G_i^{N_i}}{N_i!}$;
		5) $\Gamma_i \approx \frac{2G_i^{N_i}}{N_i!}$.
109.	The average occupation number f_i in the i-th group of states is defined as…	1) $f_i = N_i - G_i$;
		2) $f_i = N_i + G_i$;
		3) $f_i = N_i G_i$;
		4) $f_i = G_i / N_i$;
		5) $f_i = N_i / G_i$.

№	The content of the question	Answer options
110.	The entropy S of a nonequilibrium state of an ideal gas is defined as…	1) $S=\sum_i G_i f_i \ln\frac{\pi}{f_i}$;
		2) $S=-\sum_i G_i f_i \lg\frac{e}{f_i}$;
		3) $S=\sum_i G_i \ln\frac{e}{f_i}$;
		4) $S=-\sum_i G_i f_i \lg\frac{e}{f_i}$;
		5) $S=\sum_i G_i f_i \ln\frac{e}{f_i}$.
111.	The groups of states G_i and their average occupation numbers f_i are related to the number of particles of the system N as...	1) $\sum_i G_i f_i = 1$;
		2) $\sum_i G_i f_i = N$;
		3) $\sum_i G_i f_i = 2N$;
		4) $\sum_i G_i f_i = \pi N$;
		5) $\sum_i G_i f_i = -\pi N$.
112.	The groups of states G_i, their average occupation numbers f_i, and the average energies of particles ε_i in group are related to the energy of the system E as…	1) $\sum_i G_i f_i \varepsilon_i = e^E$;
		2) $\sum_i G_i f_i \varepsilon_i = \ln E$;
		3) $\sum_i G_i f_i \varepsilon_i = 1$;
		4) $\sum_i G_i f_i \varepsilon_i = E$;
		5) $\sum_i G_i f_i \varepsilon_i = E^2$.
113.	Average occupation numbers f_i for an ideal gas in a nonequilibrium state can be expressed as...	1) $f_i = e^{\frac{\mu-\varepsilon_i}{S}}$;
		2) $f_i = e^{\frac{\mu-\varepsilon_i}{V}}$;
		3) $f_i = e^{\frac{\mu-\varepsilon_i}{T}}$;
		4) $f_i = e^{\frac{\mu-\varepsilon_i}{N}}$;
		5) $f_i = e^{\frac{\varepsilon_i-\mu}{T}}$.

№	The content of the question	Answer options
114.	In the equation of a chemical reaction $\sum_i A_i v_i = 0$, the symbol of the *i*-th substance is A_i, and v_i is called the… coefficient.	1) basic stereometric;
		2) stoichiometric;
		3) chemical;
		4) parametric;
		5) free adiabatic.
115.	The statistical weight of a nondegenerate macrostate at $T = 0\,\mathrm{J}$ is equal to…	1) 0;
		2) ∞;
		3) $-\infty$;
		4) π;
		5) 1.
116.	The statistical weight of the degenerate macrostate of N noninteracting particles with spin $\frac{1}{2}$ at $T = 0\,\mathrm{J}$ is...	1) 0;
		2) 1;
		3) ∞;
		4) 2^N;
		5) $\frac{N}{3}$.
117.	The entropy of the degenerate macrostate of N noninteracting particles with spin $\frac{1}{2}$ at $T = 0\,\mathrm{J}$ is...	1) $N \ln 2$;
		2) N^N;
		3) $\frac{N}{2}$;
		4) 1;
		5) 0.
118.	The entropy S of a nonequilibrium state of an ideal gas can be written as...	1) $S = \sum_i N_i \ln\left(\frac{eG_i}{N_i}\right)$;
		2) $S = \sum_i N_i \ln\left(\frac{G_i}{N_i}\right)$;
		3) $S = -\sum_i N_i \ln\left(\frac{eG_i}{N_i}\right)$;
		4) $S = -\sum_i N_i \ln\left(\frac{G_i}{N_i}\right)$;
		5) $S = \sum_i G_i \ln\left(\frac{eG_i}{N_i}\right)$.

№	The content of the question	Answer options
119.	The statement that in one phase space cell there cannot be more than one particle with a given polarization is a consequence of...	1) Nernst's principle; 2) Pauli's principle; 3) the uncertainty principle; 4) the principle of relativity; 5) Noether's theorem.
120.	If we go to the limit $T \to 0\,\mathrm{J}$ in the Fermi – Dirac distribution, then there will be no particles at all in states with...	1) $e_k < 0$; 2) $e_k = T$; 3) $e_k < \mu$; 4) $e_k = \frac{2}{3}\mu$; 5) $e_k > \mu$.
121.	A degenerate Fermi gas occurs in nature as… in metals.	1) an electron gas; 2) a positron gas; 3) a neutron gas; 4) a proton gas; 5) a photon gas.
122.	A degenerate Fermi gas of electrons keeps… from further collapsing.	1) neutron stars; 2) galaxies; 3) white dwarfs; 4) planet; 5) comets.
123.	The Bose gas of photons obeys the Stefan – Boltzmann law…	1) $\varepsilon = \frac{b}{T_{th}}$; 2) $\varepsilon = \sigma T_{th}^4$; 3) $\varepsilon = \frac{1}{2} b T_{th}^2$; 4) $\varepsilon = \frac{\sigma}{T_{th}^4}$; 5) $\varepsilon = 1{,}5 T_{th}$.
124.	The isochoric heat capacity c_V of a photonic Bose gas is related to the temperature T as...	1) $c_V \sim \frac{1}{T}$; 2) $c_V \sim T$; 3) $c_V \sim T^2$; 4) $c_V \sim T^3$; 5) $c_V \sim T^4$.

№	The content of the question	Answer options
125.	In Landau's theory of second-order phase transitions, under the condition of equilibrium and $T < T_{Curie}$, there are nonzero values of the order parameter η of the form...	1) $\eta^2 = \dfrac{B(T_{Curie} - T)}{2a}$;
		2) $\eta^2 = \dfrac{a(T_{Curie} - T)}{2B}$;
		3) $\eta^2 = \dfrac{2(T_{Curie} - T)}{B}$;
		4) $\eta^2 = \dfrac{\pi(T_{Curie} - T)}{a}$;
		5) $\eta^2 = \dfrac{a(T - T_{Curie})}{B}$.
126.	In Landau's theory of second-order phase transitions, the magnetic susceptibility χ at $T > T_{Curie}$ can be calculated using the formula...	1) $\chi = \dfrac{3}{7} a (T - T_{Curie})$;
		2) $\chi = \dfrac{1}{5} a (T - T_{Curie})^{\frac{1}{2}}$;
		3) $\chi = \dfrac{2}{9} a (T - T_{Curie})^2$;
		4) $\chi = \dfrac{3}{4} a^2 (T - T_{Curie})^{-1}$;
		5) $\chi = \left[2a(T - T_{Curie})\right]^{-1}$.
127.	The isobaric heat capacity c_P of a photonic Bose gas can be considered…	1) equal to 0;
		2) infinite;
		3) equal to c_V;
		4) equal to $R + c_V$;
		5) equal to R.
128.	The behavior of magnetic susceptibility of the form $\chi = \dfrac{1}{4a(T_{Curie} - T)}$ is… law.	1) Marie Curie's;
		2) Pierre Curie's;
		3) Ginzburg's;
		4) Debye's;
		5) Wilson's.
129.	An ideal Fermi gas at $T = 0\,\text{J}$ obeys the equation…	1) $PV = \text{Const}$;
		2) $PV^{\frac{3}{2}} = \text{Const}$;
		3) $PV^{\frac{5}{3}} = \text{Const}$;
		4) $TV^3 = \text{Const}$;
		5) $TV = \text{Const}$.

№	The content of the question	Answer options
130.	If we go to the limit $T \to 0\,\text{J}$ in the Fermi – Dirac distribution, then all particles will be in states with...	1) $\varepsilon_k = \mu$;
		2) $\varepsilon_k < 0$;
		3) $\varepsilon_k = 0$;
		4) $\varepsilon_k < \mu$;
		5) $\varepsilon_k > \mu$.
131.	A degenerate Fermi gas of neutrons forms…	1) white dwarfs;
		2) galactic nuclei;
		6) comet tails;
		4) neutron stars;
		5) rings of Saturn.
132.	The Stefan – Boltzmann constant σ is expressed in terms of fundamental constants as...	1) $\sigma = \frac{\pi^2 k^4}{60\hbar^3 c^2}$;
		2) $\sigma = \frac{\pi k}{60\hbar c}$;
		3) $\sigma = \frac{\pi^2 k}{6\hbar c^2}$;
		4) $\sigma = \frac{\pi^2}{10\hbar^3 c}$;
		5) $\sigma = \frac{k^4}{10c^2}$.
133.	In Landau's theory of second-order phase transitions, under equilibrium conditions, the external magnetic field strength H is expressed as...	1) $H = \frac{a}{2}\left(T - T_{Curie}\right) + 4B\eta^3$;
		2) $H = a\left(T_{Curie} - T\right) + 4B\eta^{\frac{1}{2}}$;
		3) $H = 2a\left(T - T_{Curie}\right) + 4B\eta^3$;
		4) $H = 2a\left(T_{Curie} - T\right) + 4B\eta^2$;
		5) $H = 3a\left(T + T_{Curie}\right) + B\eta^4$.

№	The content of the question	Answer options
134.	In Landau's theory of second-order phase transitions at $T < T_{Curie}$, the magnetic susceptibility χ can be calculated using the formula...	1) $\chi = \dfrac{1}{2a\left(T - T_{Curie}\right)}$;
		2) $\chi = \sqrt{a\left(T - T_{Curie}\right)}$;
		3) $\chi = \dfrac{1}{4a\left(T_{Curie} - T\right)}$;
		4) $\chi = \dfrac{1}{\sqrt{a\left(T_{Curie} - T\right)}}$;
		5) $\chi = \dfrac{1}{\left[4\pi\left(T_{Curie} - T\right)\right]^2}$.
135.	In Landau's theory of second-order phase transitions at $T < T_{Curie}$ the expression… is correct.	1) $\left(\dfrac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2}\right)\chi = 1$;
		2) $\left(\dfrac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2}\right)\chi = 0$;
		3) $\left(\dfrac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2}\right)\chi = \eta^2$;
		4) $\left(\dfrac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2}\right)\chi = \sqrt{\chi^3}$;
		5) $\left(\dfrac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2}\right)\chi = \sqrt{\eta}$.
136.	The diffusion equation as applied to motion in momentum space is called the… equation.	1) Landau – Lifshitz;
		2) Fokker – Planck;
		3) Wiener;
		4) Nyquist;
		5) Stokes.
137.	The conservation of concentration of interacting particles when they move along trajectories in phase space is a consequence of… theorem.	1) Liouville's;
		2) Ehrenfest's;
		3) Noether's;
		4) Laplace's;
		5) Gibbs'.
138.	The kinetic equation of type $\dfrac{\partial f}{\partial t} + \vec{\upsilon}\dfrac{\partial f}{\partial \vec{r}} + \vec{F}\dfrac{\partial f}{\partial \vec{p}} = I$ was obtained and investigated by…	1) Clausius;
		2) Laplace;
		3) Liouville;
		4) Boltzmann;
		5) Stokes.

№	The content of the question	Answer options
139.	The collision integral I takes into account... collisions.	1) distant two-body;
		2) distant three-body;
		3) multiple;
		4) close two-body;
		5) close three-body.
140.	In plasma theory, an equation of the form $\frac{\partial f}{\partial t}+\vec{\upsilon}\frac{\partial f}{\partial \vec{r}}+e\vec{E}\frac{\partial f}{\partial \vec{p}}=0$ is called the… equation.	1) Pitaevsky's;
		2) Rumer's;
		3) Velikhov's;
		4) Budker's;
		5) Vlasov's.
141.	The Wiedemann – Franz law for the electron gas in metals assumes that...	1) $\frac{\varkappa}{\sigma}=\frac{\pi^2 S}{e^2}$;
		2) $\frac{\varkappa}{\sigma}=\frac{\pi^2 T}{3e^2}$;
		3) $\frac{\varkappa}{\sigma}=\frac{3\pi^2 T}{2e^2}$;
		4) $\frac{\varkappa}{\sigma}=\frac{T}{3e}$;
		5) $\frac{\varkappa}{\sigma}=\frac{\pi^2}{3Te^2}$.
142.	Gamma function $\Gamma(x)=1$ at $x=$ …	1) 0;
		2) 1;
		3) 2;
		4) $\frac{\pi}{2}$;
		5) $\frac{2\pi}{3}$.
143.	The most probable value of the total energy E_{MP} of a system of N particles of an ideal Boltzmann gas is...	1) $E_{MP}=(3N-1)T$;
		2) $E_{MP}=\left(\frac{3N}{2}+1\right)T$;
		3) $E_{MP}=\left(\frac{N}{2}-1\right)T$;
		4) $E_{MP}=\left(\frac{3N}{2}-1\right)T$;
		5) $E_{MP}=\left(\frac{N}{3}-1\right)T$.

№	The content of the question	Answer options
144.	Angular distribution $\omega(\theta)$ for Maxwellian gas particles escaping into a vacuum through a small hole in an infinitely thin wall has the form…	1) $\omega(\theta)=\sin\theta$;
		2) $\omega(\theta)=\sin 2\theta$;
		3) $\omega(\theta)=\cos\theta$;
		4) $\omega(\theta)=\cos 2\theta$;
		5) $\omega(\theta)=\mathrm{tg}\frac{\theta}{2}$.
145.	The non-normalized distribution $\omega_N(E)$ in the total energy E of a system of N particles of the ideal Boltzmann gas is...	1) $\omega_N(E)=AE^{\frac{3N}{2}-1}e^{-\frac{E}{T}}$;
		2) $\omega_N(E)=AE^{\frac{N}{2}-1}e^{-\frac{E}{T}}$;
		3) $\omega_N(E)=AE^{\frac{3N}{2}-1}e^{-\frac{E}{2T}}$;
		4) $\omega_N(E)=AE^{\frac{3N}{2}}e^{-\frac{E}{T}}$;
		5) $\omega_N(E)=AE^{\frac{3N}{2}+1}e^{\frac{E}{T}}$.
146.	The three-dimensional Maxwell distribution $\omega(\vec{\upsilon})$ and its one-dimensional distributions in velocity projections are related by the expression...	1) $\omega(\vec{\upsilon})=\pi\omega(\upsilon_x)\omega(\upsilon_y)\times$ $\times\,\omega(\upsilon_z)$;
		2) $\omega(\vec{\upsilon})=2\omega(\upsilon_x)\omega(\upsilon_y)\times$ $\times\,\omega(\upsilon_z)$;
		3) $\omega(\vec{\upsilon})=\dfrac{\omega(\upsilon_x)}{\omega(\upsilon_y)\omega(\upsilon_z)}$;
		4) $\omega(\vec{\upsilon})=\dfrac{\omega(\upsilon_x)\omega(\upsilon_y)}{\omega(\upsilon_z)}$;
		5) $\omega(\vec{\upsilon})=\omega(\upsilon_x)\omega(\upsilon_y)\times$ $\times\,\omega(\upsilon_z)$.
147.	The integral representation of the gamma function of the form $\int_0^\infty e^{-x}x^{\frac{n-1}{2}}dx=\Gamma(...)$ has argument…	1) $\dfrac{n+1}{\pi}$;
		2) $\dfrac{n-1}{2}$;
		3) $\dfrac{n+1}{2}$;
		4) $n-1$;
		5) $n+1$.

№	The content of the question	Answer options
148.	In the kinetic equation $\frac{\partial f}{\partial t}+\vec{\upsilon}\frac{\partial f}{\partial \vec{r}}+\vec{F}\frac{\partial f}{\partial \vec{p}}=I$ the quantity I is called...	1) the collision integral;
		2) the integral of motion;
		3) the shear integral;
		4) the diffusion integral;
		5) the Poisson integral.
149.	The collision integral I is equal to 0 in the absence of… collisions.	1) multiple;
		2) close two-body;
		3) close three-body;
		4) elastic;
		5) inelastic.
150.	The ratio of the thermal conductivity $\varkappa$ of a gas of electrons in metals to its conductivity σ is called… law.	1) Wiener – Khinchin;
		2) Fokker – Planck;
		3) Stokes;
		4) Franz;
		5) Wiedemann – Franz.
151.	If gamma-function $\Gamma(...)=\frac{\sqrt{\pi}}{2}$, then its argument is…	1) 0,5;
		2) $0{,}5\pi$;
		3) π;
		4) 4π;
		5) 1,5.
152.	The mean square $\langle E^2\rangle$ of the total energy of a system of N particles of the ideal Boltzmann gas is equal to…	1) $\langle E^2\rangle=(3N+2)3NT^2$;
		2) $\langle E^2\rangle=\frac{(3N+1)NT^2}{4}$;
		3) $\langle E^2\rangle=\frac{(3N+2)3NT^2}{4}$;
		4) $\langle E^2\rangle=(3N-2)3NT^2$;
		5) $\langle E^2\rangle=\frac{(N+2)3NT^2}{4}$.
153.	The one-dimensional Maxwell distribution in the energy E of a particle has the form…	1) $\omega(E)=\frac{2}{\sqrt{T^3}}e^{-\frac{E}{2T}}E^{\frac{1}{2}}$;
		2) $\omega(E)=\frac{1}{\sqrt{\pi T^3}}e^{-\frac{E}{T}}E^{\frac{3}{2}}$;
		3) $\omega(E)=\frac{2}{\sqrt{\pi T^3}}e^{-\frac{E}{T}}E^{\frac{1}{2}}$;
		4) $\omega(E)=\frac{2E}{\sqrt{2\pi T^3}}e^{-\frac{E}{T}}$;
		5) $\omega(E)=\frac{2}{\sqrt{\pi T^5}}e^{-\frac{3E}{T}}E^{\frac{1}{2}}$.

№	The content of the question	Answer options
154.	The number of particles contained in one mole of a substance is called… number.	1) Aristotle's;
		2) Archimedes's;
		3) Democritus's;
		4) Socrates's;
		5) Avogadro's.
155.	The classical three-dimensional Maxwell distribution has the form...	1) $\omega(\vec{\upsilon})=\left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{3}{2}}e^{-\frac{m\vec{\upsilon}^2}{2T}}$;
		2) $\omega(\vec{p})=mTe^{-\frac{m\vec{p}^2}{2T}}$;
		3) $\omega(\vec{\upsilon})=\left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{1}{2}}e^{-\frac{m\vec{\upsilon}^2}{2T}}$;
		4) $\omega(\vec{\upsilon})=\left(\frac{1}{2\pi T}\right)^{\frac{3}{2}}e^{-\frac{m\vec{\upsilon}^2}{2T}}$;
		5) $\omega(\vec{\upsilon})=2mT^3e^{-\frac{m\vec{\upsilon}^2}{2T}}$.
156.	The value of the variance D_E of the total energy of a system of N particles of the ideal Boltzmann gas is equal to…	1) $D_E=3NT^2$;
		2) $D_E=\frac{3NT^2}{2}$;
		3) $D_E=5NT^4$;
		4) $D_E=NT^2$;
		5) $D_E=2\pi NT^2$.
157.	The Poisson integral $J_n=\int\limits_0^\infty x^n e^{-\alpha x^2}dx$ for even $n=2m$ is equal to...	1) $J_n=\frac{(2m-1)!}{2^{m+1}}\sqrt{\frac{\pi}{a^{2m+2}}}$;
		2) $J_n=\frac{(2m-1)!!}{2^{m+1}}\sqrt{\frac{\pi}{a^{2m+1}}}$;
		3) $J_n=\frac{(2m-1)!}{2^{m+1}}\sqrt{\frac{2}{a^{2m+1}}}$;
		4) $J_n=\frac{(2m+1)!!}{2^{m+1}}\sqrt{\frac{2\pi}{a^{2m+1}}}$;
		5) $J_n=\frac{(2m-1)!!}{2^{m}}\sqrt{\frac{\pi}{a^{m+1}}}$.

№	The content of the question	Answer options
158.	A normalized two-dimensional distribution of the form $W(x,y)=\frac{1}{2\pi ab}e^{-\frac{x^2}{2a^2}-\frac{y^2}{2b^2}}$ can be applied in… theory.	1) fluctuation;
		2) diffusion;
		3) phase transition;
		4) superconductivity;
		5) Bose gas.
159.	The probability density $\omega(x)$ for a point oscillating according to the law $x(t)=A\sin\frac{2\pi t}{T}$ has the form…	1) $\omega(x)=\frac{A}{\sqrt{A^2-x^2}}$;
		2) $\omega(x)=\frac{1}{\pi\sqrt{A^2+x^2}}$;
		3) $\omega(x)=\frac{1}{\pi\sqrt{A^2-x^2}}$;
		4) $\omega(x)=\frac{A}{\pi\sqrt{A^2+x^2}}$;
		5) $\omega(x)=\frac{A}{2\pi\sqrt{A^2-x^2}}$.
160.	The generalization of the concept of factorial to the set of real numbers is given by the Γ-function of the form…	1) $x!=\Gamma(x-2)$;
		2) $x!=\Gamma(x-1)$;
		3) $x!=\Gamma(x)$;
		4) $x!=\Gamma(x+1)$;
		5) $x!=\frac{\pi}{2}\Gamma(x+2)$.
161.	The Bose gas of photons obeys Wien's "displacement" law of the form...	1) $\lambda_{(\max)}=\frac{3b}{T_{th}}$;
		2) $\lambda_{(\max)}=\frac{b}{2T_{th}}$;
		3) $\lambda_{(\max)}=bT_{th}$;
		4) $\lambda_{(\max)}=\frac{b}{T_{th}}$;
		5) $\lambda_{(\max)}=bT_{th}^2$.

№	The content of the question	Answer options
162.	The Rayleigh – Jeans formula for the spectral density $\varepsilon(T,\lambda)$ of a photonic Bose gas in the long-wavelength region is...	1) $\varepsilon(T,\lambda)=\frac{hc^2}{\lambda^5}e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$;
		2) $\varepsilon(T,\lambda)=\frac{\pi}{\lambda^4}T$;
		3) $\varepsilon(T,\lambda)=\frac{h}{\lambda^4}e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$;
		4) $\varepsilon(T,\lambda)=\frac{2\pi c}{\lambda^4}T$;
		5) $\varepsilon(T,\lambda)=2\pi cT$.
163.	Often used is Planck's constant $\hbar$, sometimes called the Dirac constant, which is equal to…	1) $\hbar=1{,}055\cdot10^{-24}\,\mathrm{J\cdot s}$;
		2) $\hbar=1{,}055\cdot10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}$;
		3) $\hbar=1{,}055\cdot10^{34}\,\mathrm{J\cdot s}$;
		4) $\hbar=1{,}055\cdot10^{24}\,\mathrm{J\cdot s}$;
		5) $\hbar=1{,}505\cdot10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}$.
164.	In the energy differential for a system with a variable amount of substance $dE=TdS-...dV+\mu dN$ there is no…	1) heat capacity c_V;
		2) heat capacity c_P;
		3) enthalpy W;
		4) entropy S;
		5) pressure P.
165.	The equality of the molar entropies of phases leads to the…	1) Dulong – Petit law;
		2) Stirling formula;
		3) Clapeyron – Clausius equation;
		4) first Ehrenfest equation;
		5) second Ehrenfest equation.
166.	The Poisson integral of the form $J'_n=\int\limits_{-\infty}^{\infty}x^n e^{-ax^2}dx=...$ for even n is equal to…	1) 0;
		2) $\frac{J_n}{2\pi}$;
		3) $2J_n$;
		4) ∞;
		5) $n\sqrt{\pi}$.
167.	For a two-dimensional distribution of the form $W(x,y)=\frac{1}{2\pi ab}e^{-\frac{x^2}{2a^2}-\frac{y^2}{2b^2}}$ the value of $\langle xy\rangle$ is…	1) $\langle xy\rangle=a^2$;
		2) $\langle xy\rangle=b^2$;
		3) $\langle xy\rangle=ab$;
		4) $\langle xy\rangle=1$;
		5) $\langle xy\rangle=0$.

№	The content of the question	Answer options
168.	Generalization of the concept of a factorial to the set of complex numbers – the *Π*-function satisfies the recurrence relation...	1) $\Pi(z)=z\Pi(z)$;
		2) $\Pi(z)=z\Pi(z-1)$;
		3) $\Pi(z)=z\Pi(z-2)$;
		4) $\Pi(z)=\dfrac{\Pi(z+1)}{z}$;
		5) $\Pi(z)=\dfrac{\Pi(z+1)}{2}$.
169.	The spectral density $\varepsilon(T,\lambda)$ of a photonic Bose gas in the short-wavelength region is given by the… formula.	1) Born;
		2) Rayleigh – Jeans;
		3) Kirchhoff;
		4) Wine;
		5) Ehrenfest .
170.	Planck’s constant h is equal to…	1) $h=6,626\cdot10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}$;
		2) $h=6,620\cdot10^{34}\,\mathrm{J\cdot s}$;
		3) $h=6,026\cdot10^{-23}\,\mathrm{J\cdot s}$;
		4) $h=6,006\cdot10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}$;
		5) $h=9,626\cdot10^{-30}\,\mathrm{J\cdot s}$.
171.	The free energy F of any macrosystem is determined by the expression...	1) $F=E+TS+\lambda\Lambda$;
		2) $F=E-TS-\lambda\Lambda$;
		3) $F=E+TS-\lambda\Lambda-\mu N$;
		4) $F=E-TS$;
		5) $F=E-TS+\mu N$.
172.	The condition $\mu_1(\Lambda,T)=\mu_2(\Lambda,T)$ corresponds to…	1) phase equilibrium;
		2) an increase in entropy;
		3) a decrease in enthalpy;
		4) heat exchange;
		5) Gibbs potential growth.

№	The content of the question	Answer options
173.	In microcanonical distribution the probability of a microstate ω_k are related to the entropy S as...	1) $S = \ln\omega_k$;
		2) $S = -\ln\omega_k$;
		3) $S = \pi\ln\omega_k$;
		4) $S = -\pi\ln\omega_k$;
		5) $S = -\lg\omega_k$.
174.	In the energy differential for systems with varying amounts of matter $dE = T... - PdV + \mu dN$ is absent the… differential...	1) pressure, dP;
		2) chemical potential, $d\mu$;
		3) entropy, dS;
		4) enthalpy, dW;
		5) statistical weight, $d\Gamma$.
175.	The Poisson integral $J'_n = \int\limits_{-\infty}^{\infty} x^n e^{-ax^2} dx = ...$ for odd n is equal to…	1) $2J_n$;
		2) J_n;
		3) $(n+2)\sqrt{\pi}$;
		4) ∞;
		5) 0.
176.	The ratio of Planck's constants of the form $\frac{h}{\hbar} =$ …	1) π;
		2) 2π;
		3) 3π;
		4) 4π;
		5) 5π.
177.	The one-dimensional Maxwell distribution in particle energy E $\omega(E) = \frac{2}{\sqrt{\pi T^3}} E^{\frac{1}{2}} e^{\cdots}$ contains an exponential function to the power of…	1) $\frac{E}{T}$;
		2) $\frac{T}{E}$;
		3) $-\frac{\mu N}{T}$;
		4) $-\frac{T}{E}$;
		5) $-\frac{E}{T}$.
178.	In Wien's "displacement" law the wavelength $\lambda_{(\max)}$ is...	1) the largest value of λ;
		2) λ for the largest v;
		3) the coordinate of the maximum spectral density;
		4) λ for the largest ω;
		5) λ for the largest T.

№	The content of the question	Answer options
179.	In a kinetic equation of the form $\frac{\partial f}{\partial ...} + \vec{\upsilon}\frac{\partial f}{\partial \vec{r}} + \vec{F}\frac{\partial f}{\partial \vec{p}} = I$ … is missing.	1) time t; 2) entropy S; 3) statistical weight Γ; 4) coordinate x; 5) statistical sum z.
180.	The definition of entropy $S = \ln\ldots$ involves ...	1) coordinate x; 2) statistical weight Γ; 3) statistical sum z; 4) time t; 5) temperature T.
181.	Statistical physics is a branch of…	1) theoretical physics; 2) general physics; 3) thermodynamics; 4) astrophysics; 5) phylosohy.
182.	If the gamma-function $\Gamma(...) = \sqrt{\pi}$, then its argument is equal to…	1) 2; 2) 3; 3) 1; 4) $\frac{1}{2}$; 5) $\frac{3}{2}$.
183.	The exponent of the normalization factor in the one-dimensional Maxwell distribution in the velocity projection $\omega(\upsilon_x) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{\cdots} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{2T}}$ is equal to…	1) $\frac{3}{2}$; 2) $-\frac{3}{2}$; 3) $\frac{1}{2}$; 4) $-\frac{1}{2}$; 5) 4.
184.	The equality of the molar volumes of the phases leads to…	1) Clapeyron – Clausius equation; 2) first Ehrenfest equation; 3) second Ehrenfest equation; 4) Mendeleev – Clapeyron equation; 5) Poisson’s equation.

№	The content of the question	Answer options
185.	Often used Planck's constant $\hbar$ related to h as…	1) $\hbar = \frac{h}{2\nu}$;
		2) $\hbar = \omega h$;
		3) $\hbar = \frac{h}{2\omega}$;
		4) $\hbar = \frac{h}{2\pi}$;
		5) $\hbar = \pi h$.
186.	Boltzmann's constant k is equal to…	1) $k = 1{,}234 \cdot 10^{23}\ \frac{\text{J}}{\text{K}}$;
		2) $k = 1{,}301 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{J}}{\text{K}}$;
		3) $k = 1{,}381 \cdot 10^{20}\ \frac{\text{J}}{\text{K}}$;
		4) $k = 1{,}081 \cdot 10^{-23}\ \frac{\text{J}}{\text{K}}$;
		5) $k = 1{,}381 \cdot 10^{-23}\ \frac{\text{J}}{\text{K}}$.
187.	Wien's formula for the spectral density $\varepsilon(T,\lambda)$ of a photonic Bose gas in the short-wavelength region is...	1) $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{hc^2}{\lambda^5} e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$;
		2) $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{2c^2}{\lambda^5} e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$;
		3) $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$;
		4) $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} e^{-\frac{hc}{T}}$;
		5) $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{\pi hc^2}{\lambda^2} e^{-\frac{hc}{\lambda T}}$.
188.	The expression for the spectral density $\varepsilon(T,\lambda)$ of the photonic Bose gas in the long-wavelength region is called the… formula.	1) Rayleigh – Jeans;
		2) Wine;
		3) Ehrenfest;
		4) Kirchhoff;
		5) Born.

№	The content of the question	Answer options
189.	The one-dimensional Maxwell distribution $\omega(E)$ in particle energy contains E to the power of…	1) -1;
		2) $-\frac{1}{2}$;
		3) $\frac{3}{2}$;
		4) $\frac{1}{2}$;
		5) $\frac{5}{3}$.
190.	A two-dimensional distribution of the form $W(x,y)=\frac{1}{2\pi ab}e^{-\frac{x^2}{2a^2}-\frac{y^2}{2b^2}}$ for $\langle x^2\rangle$ and $\langle y^2\rangle$ gives values of…	1) $\langle x^2\rangle = a^2$ и $\langle y^2\rangle = b^2$;
		2) $\langle x^2\rangle = 2a^2$ и $\langle y^2\rangle = 2b^2$;
		3) $\langle x^2\rangle = \frac{b^2}{3}$ и $\langle y^2\rangle = a^2$;
		4) $\langle x^2\rangle = 2b^2$ и $\langle y^2\rangle = 2a^2$;
		5) $\langle x^2\rangle = 2a^2$ и $\langle y^2\rangle = b^2$.
191.	The value of the modulus of a factorial of the form $\lvert(-1)!\rvert$ is equal to…	1) $\lvert(-1)!\rvert = -1$;
		2) $\lvert(-1)!\rvert = 0$;
		3) $\lvert(-1)!\rvert = 1$;
		4) $\lvert(-1)!\rvert = \frac{5}{3}i$;
		5) $\lvert(-1)!\rvert = \infty$.
192.	The generalization of the concept of a factorial to the set of complex numbers is given by a *Π*-function of the form...	1) $z! = \Pi(z-2)$;
		2) $z! = \Pi(z-1)$;
		3) $z! = \Pi(z)$;
		4) $z! = \Pi(z+1)$;
		5) $z! = \Pi(z+2)$.

№	The content of the question	Answer options
193.	The Poisson integral $J_n = \int_0^\infty x^n e^{-\alpha x^2} dx$ for odd numbers $n = 2m+1$ is equal to…	1) $J_n = \pi m a^{m+1}$;
		2) $J_n = \dfrac{m!}{2a^{m+1}}$;
		3) $J_n = \dfrac{1}{2a^{m+1}}$;
		4) $J_n = \dfrac{m!}{a^m}$;
		5) $J_n = \dfrac{m!}{a^{2m+1}}$.
194.	The normalization factor A for the distribution $\omega_N(E)$ in the total energy E of a system of N particles of the ideal Boltzmann gas is equal to…	1) $A = \dfrac{1}{T^{\frac{3N}{2}} \Gamma\left(\frac{3N}{2}\right)}$;
		2) $A = T^{\frac{3N}{2}} \Gamma\left(\frac{3N}{2}\right)$;
		3) $A = \dfrac{2\pi}{T^{\frac{3N}{2}} \Gamma\left(\frac{3N}{2}\right)}$;
		4) $A = 2\pi T^{\frac{3N}{2}} \Gamma\left(\frac{3N}{2}\right)$;
		5) $A = 2\pi \Gamma\left(\frac{3N}{2}\right)$.
195.	The one-dimensional Maxwell distribution in the projection of the particle's velocity has the form...	1) $\omega(\upsilon_x) = \left(\dfrac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{2\pi T}}$;
		2) $\omega(\upsilon_x) = \left(\dfrac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{T}}$;
		3) $\omega(\upsilon_x) = \left(\dfrac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{5}{2}} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{2T}}$;
		4) $\omega(\upsilon_x) = \left(\dfrac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{2T}}$;
		5) $\omega(\upsilon_x) = \left(\dfrac{m}{2\pi T}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{m\upsilon_x^2}{2T}}$.

№	The content of the question	Answer options
196.	Avogadro's number N_A is…	1) $N_A = 6{,}022\cdot 10^{30}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		2) $N_A = 6{,}022\cdot 10^{23}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		3) $N_A = 6{,}022\cdot 10^{20}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		4) $N_A = 6{,}22\cdot 10^{23}\,\mathrm{mol}^{-1}$;
		5) $N_A = 9{,}022\cdot 10^{83}\,\mathrm{mol}^{-1}$.
197.	The relative deviation of the total energy δE of a system of N particles of an ideal Boltzmann gas is equal to...	1) $\delta E = \sqrt{\frac{2}{3N}}$;
		2) $\delta E = \sqrt{\frac{3}{2N}}$;
		3) $\delta E = \frac{2}{3N}$;
		4) $\delta E = \frac{3}{2N}$;
		5) $\delta E = \frac{1}{N}$.
198.	Gamma-function $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \ldots$	1) π;
		2) 1;
		3) 2π;
		4) $\sqrt{\pi}$;
		5) $\sqrt{2\pi}$.
199.	The statement that the behavior of a gas that satisfies the kinetic equation leads to an increase in entropy S is called the...	1) H-Boltzmann's theorem;
		2) S-Boltzmann's theorem;
		3) H-Gibbs theorem;
		4) S-Gibbs theorem;
		5) Clapeyron's theorem.
200.	The oscillations of plasma particles that arise when the mutual compensation of charges in space is disrupted are called…	1) Maxwell waves;
		2) Planck waves;
		3) Langmuir waves;
		4) Brown waves;
		5) Stokes waves.

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

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

Окончание таблицы 1
End of table 1

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

ЛИТЕРАТУРА – LITERATURE

1. Коткин, Г. Л. Лекции по статистической физике / Г. Л. Коткин. – М. – Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2006. – 190 с.

Kotkin, G. L. Lectures on Statistical Physics / G. L. Kotkin. – Moscow – Izhevsk : SRC “R&C Dynamics”, Institute of Computer Research, 2006. – 190 p. (in Russian).

2. Квасников, И. А. Термодинамика и статистическая физика : теория равновесных систем. Статистическая физика : в 2 т. Т. 2 / И. А. Квасников. – М. : Леланд, 2022. – 328 с.

Kvasnikov, I. A. Thermodynamics and Statistical Physics. Theory of equilibrium systems. Statistical Physics. V. 2 / I. A. Kvasnikov. – Moscow : Leland, 2022. – 328 p. (in Russian).

3. 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).

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

5. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : Статистическая физика : в X т. Т. V. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Физматлит (физматгиз), 2021. – 616 с.

Landau, L. D. Theoretical Physics, vol. V. Statistical Physics, part I / L. D. Landau, E. M. Lifshitz. – Moscow : Fizmatlit (fizmatgiz), 2021. – 616 p. (in Russian).

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

7. 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).

8. Plischke, M. Equilibrium Statistical Physics / M. Plischke, B. Bergensen. – Singapore : World Scientific, 2006. – 620 p.

ПОЛЕЗНЫЕ САЙТЫ – USEFUL SITES

1. https://ocw.mit.edu/courses/8-044-statistical-physics-i-spring-2013/
2. https://www.nature.com/subjects/statistical-physics/nphys
3. https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/statphys.htm
4. https://psi-online.perimeterinstitute.ca/courses/statistical-physics
5. https://www.damtp.cam.ac.uk/user/wingate/StatPhys/
6. https://teach-in.ru/course/statistical-physics-p1
7. https://ikfia.ysn.ru/wp-content/uploads/2018/01/Berkeley_t5_ru.pdf
8. https://physics.itmo.ru/ru/course/statisticheskaya-fizika
9. https://scinetwork.ru/disk/file/9284
10. https://teach-in.ru/course/termostat2
11. https://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/statphys.html
12. https://sites.google.com/view/nesp-2025
13. https://web.stanford.edu/~peastman/statmech/
14. https://www.cecam.org/workshop-details/statistical-physics-of-living-systems-1385
15. https://www.sciencedirect.com/book/9780080250403/methods-of-statistical-physics

Учебное издание

Тюменков Геннадий Юрьевич,
Новикова Ольга Владимировна

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Tyumenkov Gennady Yuryevich,
Novikova Olga Vladimirovna

STATISTICAL PHYSICS

Учебно-методическое пособие

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

Подписано в печать 19.05.2026. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 6,42.
Тираж 30 экз. Заказ 314.

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.