Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

Г. Ю. ТЮМЕНКОВ

# СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Гомель
2020

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

**Г. Ю. ТЮМЕНКОВ**

# СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Тестовые задания

для студентов специальностей:
1-31 04 08 «Компьютерная физика»
1-31 04 01 02 «Физика. Производственная деятельность»
1-31 04 01 03 «Физика. Научно-педагогическая деятельность»



Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2020

УДК 536(079.01)

ББК 22.6я73

Т 983

**Рецензенты:**
кандидат физико-математических наук А.А. Бабич;
кандидат технических наук Е.Б. Шершнёв

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

**Тюменков, Г.Ю.**

Т 983 Статистическая физика: тестовые задания / Г.Ю. Тюменков; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ имени Ф. Скорины, 2020. – 37 с.

ISBN 978-985-557-610-9

Данные тестовые задания направлены на оказание помощи студентам в процессе усвоения основ статистической физики, а также при подготовке к текущему и итоговому контролю знаний.

Адресованы студентам специальностей: 1-31 04 08 «Компьютерная физика», 1-31 04 01 02 «Физика. Производственная деятельность», 1-31 04 01 03 «Физика. Научно-педагогическая деятельность»

.

**УДК 536(079.01)**

**ББК 22.6я73**

ISBN 978-985-557-610-9

# Содержание

## Введение

Важным методическим приемом повышения эффективности обучения 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.

Разработанные тестовые задания предназначены для проведения текущего и итогового контроля знаний по общему курсу «Термодинамика и статистическая физика», раздел «Статистическая физика». Вопросы теста имеют разный уровень сложности.

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 второму разделу курса «Термодинамика и статистическая физика» (раздел «Статистическая физика») с целью контроля и коррекции знаний. Тестовые задания адресованы студентам специальностей 1-31 04 01 08 «Компьютерная физика», 1-31 04 01 02 «Физика. Производственная деятельность», 1-31 04 01 03 «Физика. Научно-педагогическая деятельность».

В них использованы традиционные обозначения статистической физики и стандартная терминология. В каждом пункте возможен только один правильный ответ.

Тест также может быть использован для комплексной контрольной работы при проведении государственной аккредитации учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», его подразделений и специальностей.

## 1. Тестовые задания

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| 1. | При микроканоническом распределении вероятности микросостояний $\omega_k$ связаны со статистическим весом $\Gamma$ как … | *1.* $\omega_k = \Gamma$ |
| | | *2.* $\omega_k = \Gamma^{-2}$ |
| | | *3.* $\omega_k = \Gamma^{2}$ |
| | | *4.* $\omega_k = \Gamma^{-1}$ |
| | | *5.* $\omega_k = \Gamma^{3/2}$ |
| 2. | Интеграл Пуассона вида $J_0 = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha x^2}\,dx$ равен | *1.* $3\pi/\alpha$ |
| | | *2.* $(\pi/\alpha)^{3/2}$ |
| | | *3.* $(2\pi/\alpha)^{1/2}$ |
| | | *4.* $(2\alpha/\pi)^{1/2}$ |
| | | *5.* $(\pi/\alpha)^{1/2}$ |
| 3. | Редукционная формула для $\Gamma$–функции имеет вид … | *1.* $\Gamma[(n+1)/2] = 0{,}5(n-1)\cdot\Gamma[(n-1)/2]$ |
| | | *2.* $\Gamma[(n-1)/2] = 0{,}5(n+1)\cdot\Gamma[(n+1)/2]$ |
| | | *3.* $\Gamma[(n+1)/2] = 0{,}5(n+1)\cdot\Gamma[(n-1)/2]$ |
| | | *4.* $\Gamma[(n-1)/2] = 0{,}5(n-1)\cdot\Gamma[(n+1)/2]$ |
| | | *5.* $\Gamma[(n+1)/2] = 0{,}5(n+1)\cdot\Gamma[(n-3)/2]$ |
| 4. | Количество микросостояний, соответствующих макросостоянию – это … | 1. статистическая сумма $Z$ |
| | | 2. статистический вес $\Gamma$ |
| | | 3. большая статистическая сумма $Q$ |
| | | 4. число частиц системы |
| | | 5. большой статистический вес $G$ |
| 5. | $\omega(v) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{3/2} e^{-\frac{mv^2}{2T}}\, 4\pi v^2$ - это распределение Максвелла по … частицы | 1. проекции скорости |
| | | 2. энергии |
| | | 3. модулю скорости |
| | | 4. проекции импульса |
| | | 5. модулю импульса |
| 6. | В 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. $z = \sum_k e^{-\frac{E_k}{T}}$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | 4. $z = \sum_k e^{-\frac{E_k^2}{T}}$ |
| | | 5. $z = \sum_k e^{\frac{E_k^2}{T}}$ |
| 7. | Физическая величина, определяемая как $S = ln\ Г$, называется: | 1. внутренняя энергия |
| | | 2. энтальпия |
| | | 3. температура |
| | | 4. энтропия |
| | | 5. свободная энергия |
| 8. | Каноническое распределение предполагает, что макросистема … | 1. находится в адиабате |
| | | 2. подчиняется микроканоническому распределению |
| | | 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. $n_{кв} < N$ |
| 10. | В квазиклассическом приближении число квантовых состояний $n_{кв}$ определяется как … | 1. $n_{кв} = \frac{VP^3}{(2\pi\hbar)^3}$ |
| | | 2. $n_{кв} = \frac{VP^3}{(2\pi h)^3}$ |
| | | 3. $n_{кв} = \frac{VP^2}{(2\pi\hbar)^3}$ |
| | | 4. $n_{кв} = \frac{VP^3}{(2\pi\hbar)^2}$ |
| | | 5. $n_{кв} = \frac{VP^3}{(2ch)^3}$ |
| 11. | Среднеквадратичное отклонение случайной величины $\Delta x$ можно рассчитать по формуле … | 1. $\Delta x = \langle (x - \langle x \rangle)^2 \rangle$ |
| | | 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. $\Delta x = \sqrt{\langle (x + \langle x \rangle)^2 \rangle}$ |
| | | 5. $\Delta x = \sqrt{\langle (x - \langle x \rangle)^3 \rangle}$ |
| 12. | Дисперсия случайной величины $D_x$ определяется выражением … | 1. $D_x = \langle (x + \langle x \rangle)^2 \rangle$ |
| | | 2. $D_x = \langle (x - \langle x \rangle)^2 \rangle$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | 3. $D_x = \langle (x - \langle x \rangle)^3 \rangle$ |
| | | 4. $D_x = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$ |
| | | 5. $D_x = \langle (x + \langle x \rangle)^{1/2} \rangle$ |
| 13. | Относительное отклонение случайной величины $\delta x$ рассчитывается по формуле … | 1. $\delta x = \langle x \rangle / x$ |
| | | 2. $\delta x = D_x / x$ |
| | | 3. $\delta x = \Delta x / \langle x \rangle$ |
| | | 4. $\delta x = \langle x \rangle / \Delta x$ |
| | | 5. $\delta x = D_x / \langle x \rangle$ |
| 14. | Формулой Стирлинга называется выражение … | 1. $N! = Z$ |
| | | 2. $N! = \Gamma\ (N - 1)$ |
| | | 3. $N! = \Gamma\ (N + 1)$ |
| | | 4. $N! = (2\pi N)^{1/2}\left(\frac{N}{e}\right)^N$ |
| | | 5. $N! = (2N)^{1/2}\left(\frac{N}{e}\right)^N$ |
| 15. | Формула Стирлинга допускает приближение … | 1. $N! = \left(\frac{N}{e}\right)^N$ |
| | | 2. $N! = 2\pi^{1/2}\left(\frac{2}{e}\right)^N$ |
| | | 3. $N! = 2N^{3/2}\left(\frac{N}{\pi}\right)^N$ |
| | | 4. $N! = (\pi N)^{1/2}\left(\frac{e}{N}\right)^{2N}$ |
| | | 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. химическая физика |
| 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 |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | Лобачевского |
| 19. | Коэффициентом, связующим безразмерную энтропию с энтропией термодинамической, является … | 1. постоянная Планка |
| | | 2. постоянная Вина |
| | | 3. постоянная Больцмана |
| | | 4. скорость света в вакууме |
| | | 5. число $\pi$ |
| 20. | В статистической физике часто температуру 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 неизолированных систем через вероятности микросостояний $\omega_k$ имеет вид: | 1. $S = -\prod_k \omega_k ln\omega_k$ |
| | | 2. $S = \sum_k \omega_k\, lg\omega_k$ |
| | | 3. $S = -\sum_k \omega_k\, lg\omega_k$ |
| | | 4. $S = \sum_k \omega_k\, ln\omega_k$ |
| | | 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 |
| 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 $Z$ | 1. $Z = N\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{3/2}$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | в распределении Максвелла определяется как … | 2. $Z = V\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{-3/2}$ |
| | | 3. $Z = V\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{3/2}$ |
| | | 4. $Z = N\left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2}\right)^{1/2}$ |
| | | 5. $Z = V\left(\frac{NT}{2\pi\hbar^2}\right)^{3/2}$ |
| 26. | Для распределения Максвелла среднее значение квадрата энергии молекулы $\langle\varepsilon^2\rangle$ равно … | 1. $\langle\varepsilon^2\rangle = \frac{10}{4}T^2$ |
| | | 2. $\langle\varepsilon^2\rangle = \frac{3}{2}T^2$ |
| | | 3. $\langle\varepsilon^2\rangle = \frac{15}{4}T^2$ |
| | | 4. $\langle\varepsilon^2\rangle = \frac{5}{4}T^2$ |
| | | 5. $\langle\varepsilon^2\rangle = \frac{15}{2}T^2$ |
| 27. | Для распределения Максвелла дисперсия энергии молекулы $\langle(\Delta\varepsilon)^2\rangle$ равна … | 1. $\langle(\Delta\varepsilon)^2\rangle = \frac{5}{2}T^2$ |
| | | 2. $\langle(\Delta\varepsilon)^2\rangle = \frac{15}{4}T^2$ |
| | | 3. $\langle(\Delta\varepsilon)^2\rangle = \frac{3}{5}T^2$ |
| | | 4. $\langle(\Delta\varepsilon)^2\rangle = \frac{13}{2}T^2$ |
| | | 5. $\langle(\Delta\varepsilon)^2\rangle = \frac{3}{2}T^2$ |
| 28. | С учетом тождественности частиц статистическая сумма газа *Z* связана со статистической суммой одной молекулы *z* соотношением … | 1. $Z = \frac{z^N}{N}$ |
| | | 2. $Z = \frac{z^N}{N!}$ |
| | | 3. $Z = \frac{z^{-N}}{N}$ |
| | | 4. $Z = \frac{z^{-N}}{N!}$ |
| | | 5. $Z = -\frac{z^N}{N!}$ |
| 29. | Свободная энергия макросистемы *F* зависит от температуры *T* и статистической суммы *Z* как … | 1. $F = -T\cdot lnZ$ |
| | | 2. $F = T\cdot lnZ$ |
| | | 3. $F = \frac{3}{2}T\cdot lnZ$ |
| | | 4. $F = T^{1/2}\cdot lnZ$ |
| | | 5. $F = -\frac{5}{2}T\cdot lnZ$ |
| 30. | Выражение вида … = $\mathrm{N}\ln\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{N}} + \frac{3}{2}\mathrm{N}\ln\mathrm{T} + \frac{3}{2}\mathrm{N}\ln\left(\frac{\mathrm{m}}{2\pi\hbar^2}\right) + \frac{5}{2}\mathrm{N}$ | 1. статсуммы *Z* |
| | | 2. потенциала *Ω* |
| | | 3. энтальпии *W* |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | задает точное значение … больцмановского идеального газа. | 4. энтропии *S* |
| | | 5. энергии *E* |
| 31. | В статистической физике химический потенциал $\mu$ является термодинамическим потенциалом Гиббса … | 1. всей макросистемы |
| | | 2. одного моля вещества |
| | | 3. одной частицы |
| | | 4. термостата |
| | | 5. адиабата |
| 32. | Большое каноническое распределение (БКР) – это распределение вида … | 1. $\omega_{N,k} = \frac{1}{Q} e^{(\mu N + E_{N,k})/T}$ |
| | | 2. $\omega_{N,k} = \frac{1}{Q} e^{(\mu N - E_{N,k})/T}$ |
| | | 3. $\omega_{N,k} = \frac{Z}{Q} e^{(\mu N + E_{N,k})/T}$ |
| | | 4. $\omega_{N,k} = \frac{1}{Q} e^{(E_{N,k} - \mu N)/S}$ |
| | | 5. $\omega_{N,k} = \frac{1}{Q} T^{(E_{N,k} - \mu N)/T}$ |
| 33. | $\Omega$–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* может быть определена как … | 1. $F = \Omega + \mu N$ |
| | | 2. $F = \Omega - \mu N$ |
| | | 3. $F = -\Omega + \mu N$ |
| | | 4. $F = -\Omega - \mu N$ |
| | | 5. $F = -\Omega / \mu N$ |
| 35. | Полный дифференциал $\Omega$–потенциала представляется в виде … | 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* представляется в виде … | 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. | $\Omega$–потенциал связан с большой статистической суммой *Q* | 1. $\Omega = -T\ln Q$ |
| | | 2. $\Omega = -T\lg Q$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | выражением … | 3. $\Omega = T\ln Q$ |
| | | 4. $\Omega = T\lg Q$ |
| | | 5. $\Omega = 2T\ln Q$ |
| 38. | Энтропия $S$ связана с $\Omega$–потенциалом соотношением … | 1. $S = \frac{\partial \Omega}{\partial T}$ |
| | | 2. $S = -\frac{\partial \Omega}{\partial T}$ |
| | | 3. $S = -\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \Omega}$ |
| | | 4. $S = \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \Omega}$ |
| | | 5. $\Omega = -\frac{\partial S}{\partial T}$ |
| 39. | Если газ является идеальным, но не является больцмановским, то его называют … | 1. невырожденным |
| | | 2. вырожденным |
| | | 3. максвелловским |
| | | 4. перенасыщенным |
| | | 5. планковским |
| 40. | Выражение вида $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{(\varepsilon_k - \mu)/T} + 1}$ называют распределением … | 1. Ферми |
| | | 2. Ферми-Планка |
| | | 3. Ферми-Дирака |
| | | 4. Планка-Дирака |
| | | 5. Планка |
| 41. | Выражение вида $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{(\varepsilon_k - \mu)/T} - 1}$ называют распределением … | 1. Бозе |
| | | 2. Бизе-Щедрина |
| | | 3. Эйнштейна-Бора |
| | | 4. Бозе-Эйнштейна |
| | | 5. Бора-Планка |
| 42. | В распределении Ферми–Дирака $\langle N_k \rangle = 0{,}5$ 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. | Распределение Ферми–Дирака применимо к вырожденному газу … | 1. фотонов |
| | | 2. пионов |
| | | 3. позитронов |
| | | 4. фононов |
| | | 5. α-частиц |
| 44. | Распределение Бозе–Эйнштейна применимо к вырожденному газу … | 1. протонов |
| | | 2. нейтронов |
| | | 3. электронов |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | 4. позитронов |
| | | 5. фотонов |
| 45. | Большая статистическая сумма $Q$ в распределении Бозе–Эйнштейна задается как … | 1. $Q = \frac{\pi}{1-e^{(\varepsilon_k-\mu)/T}}$ |
| | | 2. $Q = \frac{1}{1-e^{(\mu-\varepsilon_k)/T}}$ |
| | | 3. $Q = \frac{1}{1+e^{(\varepsilon_k-\mu)/T}}$ |
| | | 4. $Q = \frac{2}{1+e^{(\mu-\varepsilon_k)/T}}$ |
| | | 5. $Q = \frac{\mu}{1-e^{(\mu-\varepsilon_k)/T}}$ |
| 46. | Большая статистическая сумма $Q$ в распределении Ферми–Дирака задается как … | 1. $Q = 1+e^{(\mu-\varepsilon_k)/T}$ |
| | | 2. $Q = 1-e^{(\varepsilon_k-\mu)/T}$ |
| | | 3. $Q = e^{(\varepsilon_k-\mu)/T}-1$ |
| | | 4. $Q = e^{(\varepsilon_k+\mu)/T}-1$ |
| | | 5. $Q = 1+e^{(\varepsilon_k+\mu)/T}$ |
| 47. | Условие нормировки 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 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. $\sum_k \langle N_k \rangle = \infty$ |
| 49. | Вириальное представление уравнения состояния неидеального газа имеет вид … | 1. $P = F \sum_i B_i(T) \left(\frac{N}{V}\right)^i$ |
| | | 2. $P = S \sum_i B_i(T) \left(\frac{N}{V}\right)^i$ |
| | | 3. $P = V \sum_i B_i(T) \left(\frac{N}{V}\right)^i$ |
| | | 4. $P = k \sum_i B_i(T) \left(\frac{N}{V}\right)^i$ |
| | | 5. $P = T \sum_i B_i(T) \left(\frac{N}{V}\right)^i$ |
| 50. | Первый вириальный коэффициент $B_1(T)$ равен … | 1. $0$ |
| | | 2. $1$ |
| | | 3. $e$ |
| | | 4. $\pi$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | 5. $R$ |
| 51. | Второй вириальный коэффициент $B_2(T)$ имеет зависимость от температуры вида … | 1. $B_2(T) = b - aT$<br>2. $B_2(T) = b + aT$<br>3. $B_2(T) = b - a/T$<br>4. $B_2(T) = b + a/T$<br>5. $B_2(T) = b - a/T^2$ |
| 52. | «Статистическое» уравнение Ван–дер–Ваальса имеет вид … | 1. $P = RT/(V\text{-}bN) - aN^2/V^2$<br>2. $P = NT/(V\text{-}bN) - aR^2/V^2$<br>3. $P = NT/(V\text{-}bN) - aN^2/V^2$<br>4. $P = NT/(V\text{-}bN) - aN^2/R^2$<br>5. $P = NT/(V\text{-}bR) - aN^2/T^2$ |
| 53. | Энергия $E$ ван–дер–ваальсовского газа может быть рассчитана по формуле … | 1. $E = \frac{3}{2}RT + \frac{aN^2}{V}$<br>2. $E = \frac{5}{2}NT + \frac{aN^2}{V}$<br>3. $E = \frac{1}{2}NT + \frac{aN^2}{V}$<br>4. $E = \frac{3}{2}RT - \frac{aN^2}{V}$<br>5. $E = \frac{3}{2}NT - \frac{aN^2}{V}$ |
| 54. | Энтропия газа Ван-дер-Ваальса больше энтропии идеального газа на величину … | 1. $\Delta S = N \cdot ln(1\text{-}bN/V)$<br>2. $\Delta S = V \cdot ln(1\text{-}bN/V)$<br>3. $\Delta S = N \cdot ln(1+bN/V)$<br>4. $\Delta S = T \cdot ln(1\text{-}bN/V)$<br>5. $\Delta S = N \cdot ln(1+bT/V)$ |
| 55. | Изохорная теплоемкость газа Ван-дер-Ваальса связана с изохорной теплоемкостью идеального газа соотношением … | 1. $c_V \leq c_{V(ид)}$<br>2. $c_V = c_{V(ид)}$<br>3. $c_V < c_{V(ид)}$<br>4. $c_V > c_{V(ид)}$<br>5. $c_V \neq c_{V(ид)}$ |
| 56. | В теории фазовых переходов второго рода Ландау использует характеристику внутренней симметрии макросистемы $\eta$ называемую … | 1. параметр беспорядка<br>2. параметр гармонии<br>3. параметр симметрии<br>4. параметр порядка<br>5. параметр асимметрии |
| 57. | Критические индексы в теории фазовых переходов второго рода Ландау численно равны … | 1. $\alpha' = 1, \ \beta' = 1/2, \gamma = 0$<br>2. $\alpha = 0, \ \beta = 1/2, \ \gamma = 1$<br>3. $\alpha = \alpha' = 1/2, \beta = \beta' = 0, \quad \gamma = \gamma' = 1$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | 4. $\alpha = 1,\ \alpha' = 0,\ \beta = \beta' = 1/2,\ \gamma = 2,\ \gamma' = 1$ |
| | | 5. $\alpha = 0,\ \alpha' = 1,\ \beta = 0,\ \beta' = 1/2,\ \gamma = \gamma' = 0$ |
| 58. | $\Omega$–потенциал идеального ферми-газа представим в виде … | 1. $\Omega = -T\sum_k ln(1 - \langle N_k \rangle)$ |
| | | 2. $\Omega = T\sum_k ln(1 + \langle N_k \rangle)$ |
| | | 3. $\Omega = S\sum_k ln(1 - \langle N_k \rangle)$ |
| | | 4. $\Omega = T\sum_k ln(1 - \langle N_k \rangle)$ |
| | | 5. $\Omega = -S\sum_k ln(1 + \langle N_k \rangle)$ |
| 59. | $\Omega$–потенциал идеального бозе-газа представим в виде … | 1. $\Omega = -T\sum_k ln(1 + \langle N_k \rangle)$ |
| | | 2. $\Omega = T\sum_k ln(1 + \langle N_k \rangle)$ |
| | | 3. $\Omega = S\sum_k ln(1 - \langle N_k \rangle)$ |
| | | 4. $\Omega = T\sum_k ln(1 - \langle N_k \rangle)$ |
| | | 5. $\Omega = -S\sum_k ln(1 + \langle N_k \rangle)$ |
| 60. | В разложении термодинамического потенциала Гиббса по параметру порядка $\eta$ наличию внешнего поля отвечает слагаемое $X$, которое удовлетворяет 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. | Если энтропия макросистемы представима в виде $S = \sum_k[(1 + \langle N_k \rangle)ln(1 + \langle N_k \rangle) - \langle N_k \rangle ln\langle N_k \rangle]$, то это - … | 1. ферми-газ |
| | | 2. бозе-газ |
| | | 3. неидеальный газ |
| | | 4. газ Ван-дер-Ваальса |
| | | 5. плазма |
| 62. | Флуктуация, определяемая как, среднее значение квадрата отклонения случайной величины от своего среднего значения, называется … | 1. деструкция |
| | | 2. диссоциация |
| | | 3. дисперсия |
| | | 4. дискуссия |
| | | 5. дедукция |
| 63. | Если энтропия макросистемы представима в виде $S = -\sum_k[(1 - \langle N_k \rangle)ln(1 - \langle N_k \rangle) + \langle N_k \rangle ln\langle N_k \rangle]$, то это - … | 1. плазма |
| | | 2. газ Ван-дер-Ваальса |
| | | 3. неидеальный газ |
| | | 4. бозе-газ |
| | | 5. ферми-газ |
| 64. | Флуктуации характерные для макросистем, не находящихся в равновесии с термостатом, но | 1. квазиустойчивыми |
| | | 2. квазиклассическими |
| | | 3. псевдоклассическими |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | имеющих при этом определенные значения термодинамических величин называются … | 4. квазистационарными |
| | | 5. псевдоустойчивыми |
| 65. | Квазистационарная дисперсия температуры $\langle(\Delta T)^2\rangle$ определяется выражением … | 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. | Квазистационарная дисперсия энтропии $\langle(\Delta S)^2\rangle$ определяется выражением … | 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. $\langle(\Delta S)^2\rangle = C_S$ |
| 67. | Квазистационарная дисперсия объёма $\langle(\Delta V)^2\rangle$ определяется выражением … | 1. $\langle(\Delta V)^2\rangle = T(\partial V/\partial P)_S$ |
| | | 2. $\langle(\Delta V)^2\rangle = -T(\partial P/\partial V)_T$ |
| | | 3. $\langle(\Delta V)^2\rangle = T(\partial S/\partial P)_T$ |
| | | 4. $\langle(\Delta V)^2\rangle = -T(\partial V/\partial S)_P$ |
| | | 5. $\langle(\Delta V)^2\rangle = -T(\partial V/\partial P)_T$ |
| 68. | Квазистационарная дисперсия давления $\langle(\Delta P)^2\rangle$ определяется выражением … | 1. $\langle(\Delta P)^2\rangle = T(\partial V/\partial P)_S$ |
| | | 2. $\langle(\Delta P)^2\rangle = -T(\partial P/\partial V)_S$ |
| | | 3. $\langle(\Delta P)^2\rangle = T(\partial S/\partial P)_T$ |
| | | 4. $\langle(\Delta P)^2\rangle = -T(\partial V/\partial S)_P$ |
| | | 5. $\langle(\Delta P)^2\rangle = -T(\partial V/\partial P)_T$ |
| 69. | Квазистационарная флуктуация вида $\langle\Delta T\Delta V\rangle$ равна … | 1. $\infty$ |
| | | 2. $\pi$ |
| | | 3. $0$ |
| | | 4. $C_S$ |
| | | 5. $C_V$ |
| 70. | Квазистационарная флуктуация вида $\langle\Delta S\Delta P\rangle$ равна … | 1. $(\partial P/\partial V)_S$ |
| | | 2. $1$ |
| | | 3. $\infty$ |
| | | 4. $0$ |
| | | 5. $C_P$ |
| 71. | Для относительной | 1. $\delta T \sim N$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | квазистационарной флуктуации температуры $\delta T$ справедливо утверждение, что … | 2. $\delta T \sim N^{1/2}$ |
| | | 3. $\delta T \sim 0$ |
| | | 4. $\delta T \sim N^{-1/2}$ |
| | | 5. $\delta T \sim N^{-1}$ |
| 72. | Квазистационарная дисперсия числа частиц $\langle(\Delta N)^2\rangle$ определяется выражением … | 1. $\langle(\Delta N)^2\rangle = T(\partial N/\partial\mu)_{S,P}$ |
| | | 2. $\langle(\Delta N)^2\rangle = T(\partial V/\partial P)_{S,T}$ |
| | | 3. $\langle(\Delta N)^2\rangle = T(\partial N/\partial\mu)_{V,T}$ |
| | | 4. $\langle(\Delta N)^2\rangle = T(\partial V/\partial P)_{S,N}$ |
| | | 5. $\langle(\Delta N)^2\rangle = T(\partial N/\partial T)_{S,V}$ |
| 73. | Квазистационарная флуктуация вида $\langle\Delta N\Delta T\rangle$ равна … | 1. $0$ |
| | | 2. $1$ |
| | | 3. $\infty$ |
| | | 4. $0{,}005$ |
| | | 5. $10^{-10}$ |
| 74. | Квазистационарная дисперсия числа частиц в $k$-ом квантовом состоянии ферми-газа $\langle(\Delta N_k)^2\rangle$ определяется выражением … | 1.$\langle(\Delta N_k)^2\rangle = \langle N_k\rangle - \langle N_k\rangle^2$ |
| | | 2.$\langle(\Delta N_k)^2\rangle = \langle N_k\rangle + \langle N_k\rangle^2$ |
| | | 3.$\langle(\Delta N_k)^2\rangle = \langle N_k\rangle$ |
| | | 4.$\langle(\Delta N_k)^2\rangle = \langle N_k\rangle^2$ |
| | | 5.$\langle(\Delta N_k)^2\rangle = \langle N_k\rangle/\langle N_k\rangle^2$ |
| 75. | Квазистационарная дисперсия числа частиц в $k$-ом квантовом состоянии бозе-газа $\langle(\Delta N_k)^2\rangle$ определяется выражением … | 1.$\langle(\Delta N_k)^2\rangle = \langle N_k\rangle$ |
| | | 2.$\langle(\Delta N_k)^2\rangle = \langle N_k\rangle^2$ |
| | | 3.$\langle(\Delta N_k)^2\rangle = \langle N_k\rangle/\langle N_k\rangle^2$ |
| | | 4.$\langle(\Delta N_k)^2\rangle = \langle N_k\rangle + \langle N_k\rangle^2$ |
| | | 5.$\langle(\Delta N_k)^2\rangle = \langle N_k\rangle - \langle N_k\rangle^2$ |
| 76. | Относительная квазистационарная флуктуация числа частиц $\delta N$ в $k$-ом квантовом состоянии ферми-газа выражается как … | 1. $\delta N_k = 0$ |
| | | 2. $\delta N_k = \sqrt{1-\langle N_k\rangle}$ |
| | | 3. $\delta N_k = \sqrt{\frac{1}{\langle N_k\rangle}-1}$ |
| | | 4. $\delta N_k = 1 - \langle N_k\rangle$ |
| | | 5. $\delta N_k = 1 + \langle N_k\rangle$ |
| 77. | Относительная квазистационарная флуктуация числа частиц $\delta N$ в $k$-ом квантовом состоянии бозе-газа выражается как … | 1. $\delta N_k = \langle N_k\rangle$ |
| | | 2. $\delta N_k = 2 + \langle N_k\rangle$ |
| | | 3. $\delta N_k = \sqrt{1-\langle N_k\rangle}$ |
| | | 4. $\delta N_k = \sqrt{\frac{1}{\langle N_k\rangle}+1}$ |
| | | 5. $\delta N_k = 0$ |
| 78. | При переходе к классическим | 1. $Z_{кл} = \frac{1}{N!!}\int e^{\frac{H(p,q)}{T}}\, d\Gamma$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | системам статистический интеграл $Z_{кл}$ определяется как… | 2. $Z_{кл} = \frac{1}{N!}\int e^{-\frac{H(p,q)}{T}}\, d\Gamma$ |
| | | 3. $Z_{кл} = \frac{1}{N!}\int e^{-\frac{H(p,q)}{T}}\, dN$ |
| | | 4. $Z_{кл} = \frac{1}{N!}\int e^{-\frac{H(p,q)}{V}}\, d\Gamma$ |
| | | 5. $Z_{кл} = \frac{1}{N!}\int e^{\frac{H(p,q)}{T}}\, dV$ |
| 79. | В общем случае дифференциал статистического веса $d\Gamma$ для классических систем определяется как … | 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. $d\Gamma = d\vec{P}_1 \dots d\vec{P}_N d\vec{q}_1 \dots$ $\dots d\vec{q}_N$ |
| | | 4. $d\Gamma = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{P}_1 \dots d\vec{q}_N$ |
| | | 5. $d\Gamma = \frac{\gamma^N}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{P}_1 \dots d\vec{P}_N$ $d\vec{q}_1 \dots d\vec{q}_N$ |
| 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 *Г(E,x)*задается энергией *E* и величиной *x*, которая обозначает 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 |
| 83. | Для классической системы микроканоническое распределение задаёт в фазовом пространстве дифференциал вероятности $d\omega$ вида … | 1. $d\omega = A\delta(H(q,p)+E)dpdq$ |
| | | 2. $d\omega = A\delta(H(q,p)-E)dpdq$ |
| | | 3. $d\omega = A\theta(H(q,p)+E)dpdq$ |
| | | 4. $d\omega = A\theta(H(q,p)-E)dpdq$ |
| | | 5. $d\omega = A\Gamma(H(q,p)+E)dpdq$ |
| 84. | Статистический вес *Г* идеального | 1. $\Gamma = AE^{N/2}V^N$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | газа, содержащего $N$ частиц, имеет вид … | 2. $\Gamma = AE^{N/2}V^{N/2}$<br>3. $\Gamma = AE^{3N/2}V^{N}$<br>4. $\Gamma = AE^{3N/2}V^{2N}$<br>5. $\Gamma = BE^{3/2}T$ |
| 85. | Статистический вес $\Gamma$ идеального газа, содержащего $N$ частиц при фиксированном объёме, имеет вид … | 1. $\Gamma = BE^{N/2}$<br>2. $\Gamma = BNE^{3/2}$<br>3. $\Gamma = BE^{5N/2}$<br>4. $\Gamma = BE^{3N/2}S$<br>5. $\Gamma = BE^{3N/2}$ |
| 86. | Для двухуровневой системы $N$ частиц с энергией $E$ и энергиями уровней $0$ и $\varepsilon$ статистический вес $\Gamma$ равен …, где $L = E/\varepsilon$. | 1. $\Gamma = N!/L!(N+L)!$<br>2. $\Gamma = N!!/L!(N-L)!$<br>3. $\Gamma = N!/L!(N-L)!$<br>4. $\Gamma = N/L!(N-L)!$<br>5. $\Gamma = N!/L!(N!-L!)$ |
| 87. | Температура $T$ двухуровневой системы $N$ частиц с энергией $E$ и энергиями уровней $0$ и $\varepsilon$ следует из формулы …, где $L = E/\varepsilon$. | 1. $T^{-1} = \varepsilon ln[(N-L)/L]$<br>2. $T = \varepsilon^{-1} ln[(N-L)/N]$<br>3. $T = \varepsilon ln[(N-L)/L]$<br>4. $T^{-1} = \varepsilon^{-1} ln[(N-L)/N]$<br>5. $T^{-1} = \varepsilon^{-1} ln[(N-L)/L]$ |
| 88. | Энергия $E$ двухуровневой системы $N$ частиц с энергиями уровней $0$ и $\varepsilon$ при температуре $T$ равна … | 1. $E = \varepsilon N/e^{\varepsilon/T}$<br>2. $E = \varepsilon N!$<br>3. $E = N/(e^{\varepsilon/T}-1)$<br>4. $E = \varepsilon N$<br>5. $E = \varepsilon N/(e^{\varepsilon/T}+1)$ |
| 89. | Теплоёмкость $C$ двухуровневой системы $N$ частиц с энергиями уровней $0$ и $\varepsilon$ при температуре $T$ равна … | 1. $C = \varepsilon^2 e^{\varepsilon/T}/(e^{\varepsilon/T}-1)^2 T^2$<br>2. $C = \varepsilon^2 N e^{\varepsilon/T}/(e^{\varepsilon/T}+1)^2 T^2$<br>3. $C = N e^{\varepsilon/T}/(e^{\varepsilon/T}+1) T^2$<br>4. $C = \varepsilon^2 N e^{\varepsilon/T}/(e^{\varepsilon/T}-1) T^2$<br>5. $C = \varepsilon N e^{\varepsilon/T}/(e^{\varepsilon/T}+1)^2 T$ |
| 90. | В теории информации энтропией называют количество информации $I$, определяемое через вероятность данного сообщения $\omega$ как … | 1. $I = \omega log_2\omega$<br>2. $I = -lg\ \omega$<br>3. $I = -ln\ \omega$<br>4. $I = -log_2\omega$<br>5. $I = log_2\omega$ |
| 91. | Для системы большого числа одинаковых гармонических осцилляторов $N$ статистический вес состояния с энергией $E=L\hbar\omega$ | 1. $\Gamma = C_{N-1}^{L}$<br>2. $\Gamma = C_{L-1}^{N}$<br>3. $\Gamma = C_{N+L-1}^{L}$<br>$= C_{N+L}^{N}$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | задаётся числом сочетаний вида… | 5. $\Gamma = C_N^L$ |
| 92. | Магнитная восприимчивость $\chi$ газа $N$ частиц спина ½ в магнитном поле имеет вид …, где $\mu$ – магнитный момент частицы. | 1. $\chi = N\mu^2/V$ |
| | | 2. $\chi = N\mu/VT$ |
| | | 3. $\chi = N\mu^2/T$ |
| | | 4. $\chi = N\mu^2/VT$ |
| | | 5. $\chi = \mu^2/VT$ |
| 93. | Тело, контактирующее с термостатом, подчиняется каноническому распределению, но при этом замкнутая система «тело-термостат» подчинено … распределению. | 1. также каноническому |
| | | 2. микроканоническому |
| | | 3. большому каноническому |
| | | 4. максвелловскому |
| | | 5. нормальному |
| 94. | Среднее значение энергии тела в термостате $\langle E\rangle$ выражается через температуру $T$ и статистическую суму $Z$ как … | 1. $\langle E\rangle = T^2\partial(lnZ)/\partial T$ |
| | | 2. $\langle E\rangle = T\partial(lnZ)/\partial T$ |
| | | 3. $\langle E\rangle = \partial(lnZ)/\partial T$ |
| | | 4. $\langle E\rangle = -T^2\partial(lnZ)/\partial T$ |
| | | 5. $\langle E\rangle = -T\partial(lnZ)/\partial T$ |
| 95. | Среднее значение квадрата энергии тела в термостате $\langle E^2\rangle$ выражается через температуру $T$ и статистическую суму $Z$ как … | 1. $\langle E^2\rangle = ZT(\partial^2Z/\partial T^2)$ |
| | | 2. $\langle E^2\rangle = Z^{-1}T^4(\partial Z/\partial T)$ |
| | | 3. $\langle E^2\rangle = T^4(\partial^2Z/\partial T^2)$ |
| | | 4. $\langle E^2\rangle = Z(\partial^2Z/\partial T^2)$ |
| | | 5. $\langle E^2\rangle = Z^{-1}T^4(\partial^2Z/\partial T^2)$ |
| 96. | Дисперсия энергии тела в термостате $\langle(\Delta E)^2\rangle$ равна … | 1. $\langle(\Delta E)^2\rangle = T^2C_P$ |
| | | 2. $\langle(\Delta E)^2\rangle = T^2C_V$ |
| | | 3. $\langle(\Delta E)^2\rangle = S^2C_V$ |
| | | 4. $\langle(\Delta E)^2\rangle = S^2C_P$ |
| | | 5. $\langle(\Delta E)^2\rangle = 2C_V$ |
| 97. | Энтропия тела $S$ в термостате выражается через температуру $T$ и статистическую суму $Z$ как … … | 1. $S = -\partial(TlnZ)/\partial T$ |
| | | 2. $S = \partial(TlnZ)/\partial Z$ |
| | | 3. $S = \partial(TlnZ)/\partial T$ |
| | | 4. $S = -\partial(lnZ)/\partial Z$ |
| | | 5. $S = 2\partial(lnZ)/\partial T$ |
| 98. | Обобщённая сила $\Lambda$ выражается через статистическую суму $Z$, обобщённую координату $\lambda$ и температуру $T$ как … | 1. $\Lambda = -Z\partial(lnZ)/\partial\lambda$ |
| | | 2. $\Lambda = \partial(lnZ)/\partial\lambda$ |
| | | 3. $\Lambda = \lambda\partial(lnZ)/\partial\lambda$ |
| | | 4. $\Lambda = -T\partial(lnZ)/\partial\lambda$ |
| | | 5. $\Lambda = T\partial(lnZ)/\partial\lambda$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| 99. | Среднее расстояние между молекулами $a$ определяется как … | 1. $a = (N/V)^{1/3}$ |
| | | 2. $a = (V/N)^{1/3}$ |
| | | 3. $a = (V/N)^{3}$ |
| | | 4. $a = (N/V)^{3}$ |
| | | 5. $a = V/N^{1/3}$ |
| 100. | Волна де Бройля $\lambda_Б$ частицы и её импульс $p$ связаны как … | 1. $\lambda_Б = 2\pi\hbar/p$ |
| | | 2. $\lambda_Б = \pi\hbar/p$ |
| | | 3. $\lambda_Б = 2\hbar/p$ |
| | | 4. $\lambda_Б = 2\pi p/\hbar$ |
| | | 5. $\lambda_Б = 2\pi/p$ |
| 101. | Вклад колебаний в теплоёмкость двухатомного газа существенен, начиная с температуры … | 1. $T \approx 1000K$ |
| | | 2. $T \approx 10000K$ |
| | | 3. $T \approx 100K$ |
| | | 4. $T \approx 273K$ |
| | | 5. $T \approx 1000C^{\circ}$ |
| 102. | Суммарная молярная изохорная теплоёмкость двухатомного газа $C_V$ при температурах начала диссоциации достигает значения … | 1. $C_V = 1/2$ |
| | | 2. $C_V = 3/2$ |
| | | 3. $C_V = 5/2$ |
| | | 4. $C_V = 7/2$ |
| | | 5. $C_V = 9/2$ |
| 103. | Суммарная молярная изохорная теплоёмкость двухатомного газа $C_V$ начинает расти от значения … | 1. $C_V = 1/2$ |
| | | 2. $C_V = 1$ |
| | | 3. $C_V = 3/2$ |
| | | 4. $C_V = 2$ |
| | | 5. $C_V = 5/2$ |
| 104. | Утверждение, что классический газ заряженных частиц не является магнетиком, называют теоремой … | 1. Борна – ван Лёвен |
| | | 2. Бора – ван Дейка |
| | | 3. Борна – Бора |
| | | 4. Бора – Планка |
| | | 5. Бора – ван Лёвен |
| 105. | Диамагнетизм Ландау компенсирует парамагнетизм Паули для свободно движущихся электронов на … | 1. *1/2* |
| | | 2. *1/3* |
| | | 3. *1/4* |
| | | 4. *1/5* |
| | | 5. *1/6* |
| 106. | Физическая размерность большой статистической суммы $Q$ – это … | 1. *Дж* |
| | | 2. *1* |
| | | 3. *м* |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | 4. *с* |
| | | 5. *Вт* |
| 107. | Большая статистическая сумма $Q$ в общем случае определяется как … | 1.$Q=\sum_N e^{\mu N/T}\sum_k e^{-E_{N,k}/T}$ |
| | | 2.$Q=\sum_N e^{-\mu N/T}\sum_k e^{E_{N,k}/T}$ |
| | | 3.$Q=\sum_N e^{\mu N/T}\sum_k e^{E_{N,k}/T}$ |
| | | 4.$Q=\sum_N e^{-\mu N/T}\sum_k e^{-E_{N,k}/T}$ |
| | | 5.$Q=\sum_N e^{\mu N/S}\sum_k e^{-E_{N,k}/S}$ |
| 108. | В неравновесном состоянии идеального газа статистический $\Gamma_i$ вес группы состояний $G_i$ и число частиц в группе $N_i$ удовлетворяют условию … | 1. $\Gamma_i\approx G_i^{N_i}/2(N_i+1)!$ |
| | | 2. $\Gamma_i\approx N_i^{N_i}/G_i!$ |
| | | 3. $\Gamma_i\approx G_i^{N_i}/N_i$ |
| | | 4. $\Gamma_i\approx G_i^{N_i}/N_i!$ |
| | | 5. $\Gamma_i\approx 2\,G_i^{N_i}/N_i!$ |
| 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. $f_i = N_i G_i$ |
| | | 4. $f_i = G_i / N_i$ |
| | | 5. $f_i = N_i / G_i$ |
| 110. | Энтропия $S$ неравновесного состояния идеального газа равна … | 1. $S = \sum_i G_i f_i \ln(\pi/f_i)$ |
| | | 2. $S = -\sum_i G_i f_i \lg(e/f_i)$ |
| | | 3. $S = \sum_i G_i \ln(e/f_i)$ |
| | | 4. $S = -\sum_i G_i f_i \lg(e/f_i)$ |
| | | 5. $S = \sum_i G_i f_i \ln(e/f_i)$ |
| 111. | Группы состояний $G_i$ и их средние числа заполнения $f_i$ связаны с числом частиц системы $N$ как … | 1. $\sum_i G_i f_i = N^{1/2}$ |
| | | 2. $\sum_i G_i f_i = N$ |
| | | 3. $\sum_i G_i f_i = 2N^{1/2}$ |
| | | 4. $\sum_i G_i f_i = N^2$ |
| | | 5. $\sum_i G_i f_i = -N^2$ |
| 112. | Группы состояний $G_i$, их средние числа заполнения $f_i$ и средние энергии частиц в группе $\varepsilon_i$ 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. $\sum_i G_i f_i \varepsilon_i = E^{1/2}$ |
| | | 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. $f_i = e^{(\mu-\varepsilon_i)/S}$ |
| | | 2. $f_i = e^{(\mu-\varepsilon_i)/V}$ |
| | | 3. $f_i = e^{(\mu-\varepsilon_i)/T}$ |
| | | 4. $f_i = e^{(\mu-\varepsilon_i)/N}$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | 5. $f_i = e^{(\varepsilon_i-\mu)/T}$ |
| 114. | В уравнении химической реакции $\sum_i A_i\, \nu_i = 0$ символ $i$–го вещества – $A_i$, а $\nu_i$ называется … коэффициент. | 1. стереометрический<br>2. стехиометрический<br>3. химический<br>4. параметрический<br>5. адиабатический |
| 115. | Статистический вес невырожденного макросостояния при $T=0$ равен … | 1. $0$<br>2. ∞<br>3. -∞<br>4. $\pi$<br>5. $1$ |
| 116. | Статистический вес вырожденного макросостояния системы $N$ невзаимодействующих частиц со спином 1/2 при $T=0$ равен … | 1. $0$<br>2. $1$<br>3. ∞<br>4. $2^N$<br>5. $N$ |
| 117. | Энтропия вырожденного макросостояния системы $N$ невзаимодействующих частиц со спином 1/2 при $T=0$ равна … | 1. $N ln2$<br>2. $N^N$<br>3. $N$<br>4. $1$<br>5. $0$ |
| 118. | Энтропия $S$ неравновесного состояния идеального газа может быть записана в виде … | 1. $S = \sum_i N_i\, ln(eG_i/N_i)$<br>2. $S = \sum_i N_i\, ln(G_i/N_i)$<br>3. $S = -\sum_i N_i\, ln(eG_i/N_i)$<br>4. $S = -\sum_i N_i\, ln(G_i/N_i)$<br>5. $S = \sum_i G_i\, ln(eG_i/N_i)$ |
| 119. | Утверждение, что в одной квантовой ячейке фазового пространства не может быть больше одной частицы с заданной поляризацией, – это следствие … | 1. принципа Нернста<br>2. принципа Паули<br>3. принципа неопределенностей<br>4. принципа относительности<br>5. теоремы Нётер |
| 120. | Если в распределении Ферми-Дирака перейти к пределу $T\to 0$, то частиц вообще не будет в состояниях с … | 1. $\varepsilon_k < 0$<br>2. $\varepsilon_k = T$<br>3. $\varepsilon_k < \mu$<br>4. $\varepsilon_k = \mu$<br>5. $\varepsilon_k > \mu$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| 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 вида: | 1. $\varepsilon = b/T$ |
| | | 2. $\varepsilon = \sigma T^4$ |
| | | 3. $\varepsilon = bT^2$ |
| | | 4. $\varepsilon = \sigma/T^4$ |
| | | 5. $\varepsilon = 3kT/2$ |
| 124. | Изохорная теплоёмкость $C_V$ фотонного бозе-газа связана с температурой $T$ как … | 1. $C_V \sim 1/T$ |
| | | 2. $C_V \sim T$ |
| | | 3. $C_V \sim T^2$ |
| | | 4. $C_V \sim T^3$ |
| | | 5. $C_V \sim T^4$ |
| 125. | В теории фазовых переходов второго рода Ландау из условия равновесия при $T < T_{Кюри}$ имеются ненулевые значения параметра порядка $\eta$ вида … | 1. $\eta^2 = B(T_{Кюри} - T)/2a$ |
| | | 2. $\eta^2 = a(T_{Кюри} - T)/2B$ |
| | | 3. $\eta^2 = 2(T_{Кюри} - T)/B$ |
| | | 4. $\eta^2 = \pi(T_{Кюри} - T)/a$ |
| | | 5. $\eta^2 = a(T - T_{Кюри})/B$ |
| 126. | В теории фазовых переходов второго рода Ландау при $T > T_{Кюри}$ магнитную восприимчивость $\chi$ можно рассчитать по формуле … | 1. $\chi = 2a(T - T_{Кюри})$ |
| | | 2. $\chi = a(T - T_{Кюри})^{1/2}$ |
| | | 3. $\chi = 2a(T - T_{Кюри})^2$ |
| | | 4. $\chi = a^2(T - T_{Кюри})^{-1}$ |
| | | 5. $\chi = [2a(T - T_{Кюри})]^{-1}$ |
| 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 $\chi = 1/4a(T_{Кюри} - T)$ – это закон … | 1. Марии Кюри |
| | | 2. Пьера Кюри |
| | | 3. Гинзбурга-Ландау |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | 4. Дебая |
| | | 5. Вильсона–Складовской–Кюри |
| 129. | Идеальный ферми-газ при $T=0$ подчиняется уравнению … | 1. $pV^{1/2}= Const$ |
| | | 2. $pV^{3/2}= Const$ |
| | | 3. $pV^{5/3}= Const$ |
| | | 4. $pV^{7/4}= Const$ |
| | | 5. $pV^{9/5}= Const$ |
| 130. | Если в распределении Ферми-Дирака перейти к пределу $T\to 0$, 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 $\sigma$ выражается через фундаментальные константы в виде … | 1. $\sigma = \pi^2 k^4/60\hbar^3 c^2$ |
| | | 2. $\sigma = \pi k/60\hbar c$ |
| | | 3. $\sigma = \pi^2 k/6\hbar c^2$ |
| | | 4. $\sigma = \pi^2/10\hbar^3 c$ |
| | | 5. $\sigma = k^4/10c^2$ |
| 133. | В теории фазовых переходов второго рода Ландау из условия равновесия следует значение напряженности внешнего магнитного поля $H$ вида … | 1. $H = a(T-T_{Кюри})+4B\eta^3$ |
| | | 2. $H = a(T_{Кюри}-T)+4B\eta^{1/2}$ |
| | | 3. $H =2a(T-T_{Кюри})+4B\eta^3$ |
| | | 4. $H =2a(T_{Кюри}-T)+4B\eta^2$ |
| | | 5. $H =3a(T+T_{Кюри})+B\eta^4$ |
| 134. | В теории фазовых переходов второго рода Ландау при $T < T_{Кюри}$ магнитную восприимчивость $\chi$ можно рассчитать по формуле … | 1. $\chi = [2a(T-T_{Кюри})]^{-1}$ |
| | | 2. $\chi = [a(T-T_{Кюри})]^{-1/2}$ |
| | | 3. $\chi = [4a(T_{Кюри}-T)]^{-1}$ |
| | | 4. $\chi = [a(T_{Кюри}-T)]^{-1/2}$ |
| | | 5. $\chi = [4\pi(T_{Кюри}-T)]^{-2}$ |
| 135. | В теории фазовых переходов второго рода Ландау при $T < T_{Кюри}$ справедливо выражение … | 1. $(\partial^2\Phi/\partial\eta^2)\chi=1$ |
| | | 2. $(\partial^2\Phi/\partial\eta^2)\chi=0$ |
| | | 3. $(\partial^2\Phi/\partial\eta^2)\chi= \eta^2$ |
| | | 4. $(\partial^2\Phi/\partial\eta^2)\chi=\sqrt{\chi^3}$ |
| | | 5. $(\partial^2\Phi/\partial\eta^2)\chi=\sqrt{\eta}$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| 136. | Уравнение диффузии применительно к движению в импульсном пространстве называют уравнением … | 1. Ландау-Лифшица<br>2. Фоккера-Планка<br>3. Винера-Хинчина<br>4. Найквиста<br>5. Стокса |
| 137. | Сохранение концентрации взаимодействующих частиц при движении вдоль траектории в фазовом пространстве – это следствие теоремы … | 1. Лиувилля<br>2. Эренфеста<br>3. Нётер<br>4. Лапласа<br>5. Гиббса |
| 138. | Кинетическое уравнение вида $\frac{\partial f}{\partial t} + \vec{v}\frac{\partial f}{\vec{r}} + \vec{F}\frac{\partial f}{\vec{p}} = I$ было получено и исследовано … | 1. Клаузиусом<br>2. Лапласом<br>3. Лиувиллем<br>4. Больцманом<br>5. Стоксом |
| 139. | Интеграл столкновений $I$ связан с … столкновениями. | 1. удаленными парными<br>2. удаленными тройными<br>3. многократными<br>4. близкими парными<br>5. близкими тройными |
| 140. | В теории плазмы уравнение вида $\frac{\partial f}{\partial t} + \vec{v}\frac{\partial f}{\vec{r}} + e\vec{E}\frac{\partial f}{\vec{p}} = 0$ называют уравнением … | 1. Питаевского<br>2. Румера<br>3. Велихова<br>4. Будкера<br>5. Власова |
| 141. | Закон Видемана-Франца для газа электронов в металлах имеет … | 1. $\varkappa/\sigma = \pi^2 S/e^2$<br>2. $\varkappa/\sigma = \pi^2 T/3e^2$<br>3. $\varkappa/\sigma = 3\pi^2 T/2e^2$<br>4. $\varkappa/\sigma = T/3e$<br>5. $\varkappa/\sigma = \pi^2/3Te^2$ |
| 142. | Гамма–функция $\Gamma(x) = 1$ при $x = …$ | 1. $0$<br>2. $1$<br>3. $2$<br>4. $\pi$<br>5. $2\pi$ |
| 143. | Наиболее вероятное значение полной энергии $E_{НВ}$ системы $N$ частиц идеального больцмановского газа равно … | 1. $E_{НВ}=(3N-1)T$<br>2. $E_{НВ}=(3N/2+1)T$<br>3. $E_{НВ}=(N/2-1)T$<br>4. $E_{НВ}=(3N/2-1)T$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | 5. $E_{HB}=(N/2\text{-}1)T$ |
| 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. $\omega(\theta) = sin2\theta$ |
| | | 3. $\omega(\theta) = cos\theta$ |
| | | 4. $\omega(\theta) = cos2\theta$ |
| | | 5. $\omega(\theta) = tg(\theta/2)$ |
| 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 $\omega(\vec{v})$ связано с одномерными распределениями по проекциям скорости как … | 1. $\omega(\vec{v})=\pi\omega(v_x)\omega(v_y)\omega(v_z)$ |
| | | 2. $\omega(\vec{v})=2\omega(v_x)\omega(v_y)\omega(v_z)$ |
| | | 3. $\omega(\vec{v})=\omega(v_x)/\omega(v_y)\omega(v_z)$ |
| | | 4. $\omega(\vec{v})=\omega(v_x)\omega(v_y)/\omega(v_z)$ |
| | | 5. $\omega(\vec{v})=\omega(v_x)\omega(v_y)\omega(v_z)$ |
| 147. | Какой вид аргумента имеет интегральное представление гамма–функции $\int_0^\infty e^{-x}x^{\frac{n-1}{2}}dx = \Gamma(...)$? | 1. $(n+1)/\pi$ |
| | | 2. $(n-1)/2$ |
| | | 3. $(n+1)/2$ |
| | | 4. $n-1$ |
| | | 5. $n+1$ |
| 148. | В кинетическом уравнении $\frac{\partial f}{\partial t} + \vec{v}\frac{\partial f}{\vec{r}} + \vec{F}\frac{\partial f}{\vec{p}} = I$ 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 $\sigma$ называют законом … | 1. Винера-Хинчина |
| | | 2. Фоккера-Планка |
| | | 3. Стокса |
| | | 4. Франца |
| | | 5. Видемана-Франца |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| 151. | Гамма–функция *Г(…)* = 0,5$\sqrt{\pi}$. | 1. *0,5* |
| | | 2. *0,5*$\pi$ |
| | | 3. $\pi$ |
| | | 4. *4*$\pi$ |
| | | 5. *1,5* |
| 152. | Среднее значение квадрата полной энергии $\langle E^2 \rangle$ системы *N* частиц идеального больцмановского газа равно … | 1. $\langle E^2 \rangle = (3N+2)3NT^2/2$ |
| | | 2. $\langle E^2 \rangle = (3N+1)NT^2/4$ |
| | | 3. $\langle E^2 \rangle = (3N+2)3NT^2/4$ |
| | | 4. $\langle E^2 \rangle = (3N-2)3NT^2/2$ |
| | | 5. $\langle E^2 \rangle = (N+2)3NT^2/4$ |
| 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. $\omega(E) = \frac{2}{\sqrt{\pi T^5}} e^{-\frac{3E}{T}} E^{\frac{1}{2}}$ |
| 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. $\omega(\vec{v}) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{3/2} e^{-\frac{m\vec{v}^2}{2T}}$ |
| | | 2. $\omega(\vec{p}) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{3/2} e^{-\frac{m\vec{p}^2}{2T}}$ |
| | | 3. $\omega(\vec{v}) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{1/2} e^{-\frac{m\vec{v}^2}{2T}}$ |
| | | 4. $\omega(\vec{v}) = \left(\frac{1}{2\pi T}\right)^{3/2} e^{-\frac{m\vec{v}^2}{2T}}$ |
| | | 4. $\omega(\vec{v}) = \left(\frac{m}{2T}\right)^{3/2} e^{-\frac{m\vec{v}^2}{2T}}$ |
| 156. | Значение дисперсии полной энергии $D_E$ системы *N* частиц идеального больцмановского газа равно … | 1. $D_E = 3NT^2$ |
| | | 2. $D_E = 3NT^2/2$ |
| | | 3. $D_E = 3NT^2/4$ |
| | | 4. $D_E = NT^2/2$ |
| | | 5. $D_E = NT^2/2\pi$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| 157. | Интеграл Пуассона $J_n = \int_0^\infty x^n e^{-ax^2} dx$ 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. $J_n = \frac{(2m-1)!!}{2^{m}} \sqrt{\frac{\pi}{a^{m+1}}}$ |
| 158. | Нормированное двумерное распределение вида $W(x,y) = \frac{1}{2\pi ab} e^{-\frac{x^2}{2a^2}-\frac{y^2}{2b^2}}$ удобно использовать 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. $\omega(x)=A/\sqrt{A^2 - x^2}$ |
| | | 2. $\omega(x)=1/\pi\sqrt{A^2 + x^2}$ |
| | | 3. $\omega(x)=1/\pi\sqrt{A^2 - x^2}$ |
| | | 4. $\omega(x)=A/\pi\sqrt{A^2 + x^2}$ |
| | | 5. $\omega(x)=A/2\pi\sqrt{A^2 - x^2}$ |
| 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. $x! = \Gamma(x+2)$ |
| 161. | Бозе-газ фотонов подчиняется закону «смещения» Вина вида … | 1. $\lambda_{(max)}= 3b/T$ |
| | | 2. $\lambda_{(max)}= b/2T$ |
| | | 3. $\lambda_{(max)}= bT$ |
| | | 4. $\lambda_{(max)}= b/T$ |
| | | 5. $\lambda_{(max)}= b/T^2$ |
| 162. | Формула Рэлея-Джинса для спектральной плотности $\varepsilon(T,\lambda)$ фотонного бозе-газа в области длинных волн имеет вид … | 1. $\varepsilon(T,\lambda)= \frac{hc^2}{\lambda^5} e^{\frac{-hc}{\lambda kT}}$ |
| | | 2. $\varepsilon(T,\lambda)= \frac{\pi}{\lambda^4} kT$ |
| | | 3. $\varepsilon(T,\lambda)= \frac{h}{\lambda^4} e^{\frac{-hc}{\lambda kT}}$ |
| | | 4. $\varepsilon(T,\lambda)= \frac{2\pi c}{\lambda^4} kT$ |
| | | 5. $\varepsilon(T,\lambda)=2\pi ckT$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| 163. | Часто используется постоянная Планка $\hbar$, которая равна … | 1. $\hbar = 1{,}055\cdot10^{-24}$ *Дж·с*<br>2. $\hbar = 1{,}055\cdot10^{-34}$ *Дж·с*<br>3. $\hbar = 1{,}055\cdot10^{34}$ *Дж·с*<br>4. $\hbar = 1{,}055\cdot10^{24}$ *Дж·с*<br>5. $\hbar = 1{,}505\cdot10^{-34}$ *Дж·с* |
| 164. | В законе сохранения энергии для газовых систем с переменным количеством вещества $dE = TdS - \dots dV + \mu dN$ пропустили … | 1. теплоёмкость $C_V$<br>2. теплоёмкость $C_P$<br>3. энтальпию $W$<br>4. энтропию $S$<br>5. давление $P$ |
| 165. | Из равенства молярных энтропий фаз следует … | 1. закон Дюлонга-Пти<br>2. формула Стирлинга<br>3. уравнение Клапейрона - Клаузиуса<br>4. I-е уравнение Эренфеста<br>5. II -е уравнение Эренфеста |
| 166. | Интеграл Пуассона $J_n' = \int_{-\infty}^{\infty} x^n e^{-ax^2} dx$ для чётных $n$ равен … | 1. $0$<br>2. $J_n$<br>3. $2J_n$<br>4. $\infty$<br>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. $\langle xy \rangle = a^2$<br>2. $\langle xy \rangle = b^2$<br>3. $\langle xy \rangle = ab$<br>4. $\langle xy \rangle = 1$<br>5. $\langle xy \rangle = 0$ |
| 168. | Обобщение понятия факториала на множество комплексных чисел пи-функция удовлетворяет рекуррентному соотношению … | 1. $\Pi(z) = z\Pi(z)$<br>2. $\Pi(z) = z\Pi(z-1)$<br>3. $\Pi(z) = z\Pi(z-2)$<br>4. $\Pi(z) = \Pi(z+1)/z$<br>5. $\Pi(z) = z\Pi(z+1)/2$ |
| 169. | Спектральная плотность $\varepsilon(T,\lambda)$ фотонного бозе-газа в области коротких волн задаётся формулой … | 1. Борна<br>2. Рэлея-Джинса<br>3. Кирхгофа<br>4. Вина<br>5. Эренфеста |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| 170. | Постоянная Планка *h* равна … | 1. $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ *Дж·с* |
| | | 2. $h = 6{,}620 \cdot 10^{34}$ *Дж·с* |
| | | 3. $h = 6{,}026 \cdot 10^{-23}$ *Дж·с* |
| | | 4. $h = 6{,}006 \cdot 10^{-34}$ *Дж·с* |
| | | 5. $h = 9{,}626 \cdot 10^{-30}$ *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 реализуется … | 1. равновесие фаз |
| | | 2. рост энтропии |
| | | 3. убывание энтальпии |
| | | 4. метастабильное состояние |
| | | 5. убывание потенциала Гиббса |
| 173. | При микроканоническом распределении вероятность микросостояния $\omega_k$ связана с энтропией *S* как … | 1. $S=\ln \omega_k$ |
| | | 2. $S=-\ln \omega_k$ |
| | | 3. $S=\pi\ln \omega_k$ |
| | | 4. $S=-\pi\ln \omega_k$ |
| | | 4. $S=-\lg \omega_k$ |
| 174. | В законе сохранения энергии для газовых систем с переменным количеством вещества $dE = T\ldots - PdV + \mu dN$ отсутствует дифференциал … | 1. давления $dP$ |
| | | 2. химического потенциала $d\mu$ |
| | | 3. энтропии $dS$ |
| | | 4. энтальпии $dW$ |
| | | 5. статистического веса $d\Gamma$ |
| 175. | Интеграл Пуассона $J_n' = \int_{-\infty}^{\infty} x^n e^{-ax^2} dx$ для нечётных *n* равен … | 1. $2J_n$ |
| | | 2. $J_n$ |
| | | 3. $(n+2)\sqrt{\pi}$ |
| | | 4. $\infty$ |
| | | 5. $0$ |
| 176. | Отношение постоянных Планка вида $h/\hbar =$… | 1. $\pi$ |
| | | 2. $2\pi$ |
| | | 3. 3π |
| | | 4. $4\pi$ |
| | | 5. 5π |

<table>
<tr><th>№ вопр.</th><th>Содержание вопроса</th><th>Варианты ответов</th></tr>
<tr><td rowspan="5">177.</td><td rowspan="5">Одномерное распределение Максвелла по энергии частицы $E$ $\omega(E)=\frac{2}{\sqrt{\pi T^3}}e^{\cdots}E^{\frac{1}{2}}$ содержит экспоненту в степени …</td><td>1. $E/T$</td></tr>
<tr><td>2. $T/E$</td></tr>
<tr><td>3. $-\mu N/T$</td></tr>
<tr><td>4. $-T/E$</td></tr>
<tr><td>5. $-E/T$</td></tr>
<tr><td rowspan="5">178.</td><td rowspan="5">В законе «смещения» Вина длина волны $\lambda_{(max)}$ – это …</td><td>1. наибольшее значение $\lambda$</td></tr>
<tr><td>2. $\lambda$ для наибольшего $\nu$</td></tr>
<tr><td>3. координата максимума спектральной плотности</td></tr>
<tr><td>4. $\lambda$ для наибольшего $\omega$</td></tr>
<tr><td>5. $\lambda$ для наибольшего $T$</td></tr>
<tr><td rowspan="5">179.</td><td rowspan="5">В кинетическом уравнении вида $\frac{\partial f}{\partial \dots}+\vec{v}\frac{\partial f}{\vec{r}}+\vec{F}\frac{\partial f}{\vec{p}}=I$ отсутствует … .</td><td>1. время $t$</td></tr>
<tr><td>2. энтропия $S$</td></tr>
<tr><td>3. статистический вес $\Gamma$</td></tr>
<tr><td>4. координата $x$</td></tr>
<tr><td>5. статистическая сумма $z$</td></tr>
<tr><td rowspan="5">180.</td><td rowspan="5">В определении энтропии $S = ln\dots$ фигурирует …</td><td>1. координата $x$</td></tr>
<tr><td>2. статистический вес $\Gamma$</td></tr>
<tr><td>3. статистическая сумма $z$</td></tr>
<tr><td>4. время $t$</td></tr>
<tr><td>5. температура $T$</td></tr>
<tr><td rowspan="5">181.</td><td rowspan="5">Статистическая физика – это раздел …</td><td>1. теоретической физики</td></tr>
<tr><td>2. общей физики</td></tr>
<tr><td>3. термодинамики</td></tr>
<tr><td>4. астрофизики</td></tr>
<tr><td>5. ф</td></tr>
<tr><td rowspan="5">182.</td><td rowspan="5">Если гамма–функция $\Gamma(\dots)=\sqrt{\pi}$, то её аргумент равен …</td><td>1. 3/2</td></tr>
<tr><td>2. -1/2</td></tr>
<tr><td>3. 1</td></tr>
<tr><td>4. 1/2</td></tr>
<tr><td>5. -3/2</td></tr>
<tr><td rowspan="5">183.</td><td rowspan="5">Чему равен показатель степени в одномерном распределении Максвелла по проекции скорости $\omega(v_x)=\left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{\cdots}e^{-\frac{mv_x^2}{2T}}$.</td><td>1. 3/2</td></tr>
<tr><td>2. -3/2</td></tr>
<tr><td>3. 1/2</td></tr>
<tr><td>4. -1/2</td></tr>
<tr><td>2. общей физики</td></tr>
<tr><td rowspan="2">184.</td><td rowspan="2">Из равенства молярных объёмов фаз следует …</td><td>1. уравнение Клапейрона-Клаузиуса</td></tr>
<tr><td>2. I–е уравнение</td></tr>
</table>

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | Эренфеста |
| | | 3. II–е уравнение Эренфеста |
| | | 4. уравнение Менделеева-Клапейрона |
| | | 5. уравнение Пуассона |
| 185. | Часто используется постоянная Планка $\hbar$, связанная с $h$ как … | 1. $\hbar = h/2\nu$ |
| | | 2. $\hbar = h/\omega$ |
| | | 3. $\hbar = h/2\omega$ |
| | | 4. $\hbar = h/2\pi$ |
| | | 5. $\hbar = h/\pi$ |
| 186. | Постоянная Больцмана $k$ равна … | 1. $k = 1{,}234\cdot10^{23}$ *Дж/К* |
| | | 2. $k = 1{,}301\cdot10^{-3}$ *Дж/К* |
| | | 3. $k = 1{,}381\cdot10^{20}$ *Дж/К* |
| | | 4. $k = 1{,}081\cdot10^{-23}$ *Дж/К* |
| | | 5. $k = 1{,}381\cdot10^{-23}$ *Дж/К* |
| 187. | Формула Вина для спектральной плотности $\varepsilon(T,\lambda)$ фотонного бозе-газа в области коротких волн имеет вид … | 1. $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{hc^2}{\lambda^5} e^{\frac{-hc}{\lambda kT}}$ |
| | | 2. $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{2c^2}{\lambda^5} e^{\frac{-hc}{\lambda kT}}$ |
| | | 3. $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} e^{\frac{-hc}{\lambda kT}}$ |
| | | 4. $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} e^{\frac{-hc}{T}}$ |
| | | 5. $\varepsilon(T,\lambda) = \frac{\pi hc^2}{\lambda^2} e^{\frac{-hc}{\lambda kT}}$ |
| 188. | Спектральная плотность $\varepsilon(T,\lambda)$ фотонного бозе-газа в области длинных волн задаётся формулой … | 1. Рэлея-Джинса |
| | | 2. Вина |
| | | 3. Эренфеста |
| | | 4. Кирхгофа |
| | | 5. Борна |
| 189. | Одномерное распределение Максвелла по энергии частицы $\omega(E)$ полиномиально содержит $E$ в степени … | 1. *-1* |
| | | 2. *-1/2* |
| | | 3. *0* |
| | | 4. *1/2* |
| | | 5. *1* |
| 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 $\langle y^2\rangle$ соответственно | 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. $\langle x^2\rangle = b^2$ и $\langle y^2\rangle = a^2$ |
| | | 4. $\langle x^2\rangle = 2b^2$ и $\langle y^2\rangle = 2a^2$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | даёт значения … | 2. $\langle x^2\rangle = 2a^2$и $\langle y^2\rangle = b^2$ |
| 191. | Значение модуля факториала вида $/(-1)!/$ равно … | 1. $/(-1)!/=-1$ |
| | | 2. $/(-1)!/= 0$ |
| | | 3. $/(-1)!/=1$ |
| | | 4. $/(-1)!/= i$ |
| | | 5. $/(-1)!/= \infty$ |
| 192. | Обобщение понятия факториала на множество комплексных чисел задаётся пи-функцией вида … | 1. $z! = \Pi(z-2)$ |
| | | 2. $z! = \Pi(z-1)$ |
| | | 3. $z! = \Pi(z)$ |
| | | 4. $z! = \Pi(z+1)$ |
| | | 5. $z! = \Pi(z+2)$ |
| 193. | Интеграл Пуассона $J_n = \int_0^\infty x^n e^{-ax^2} dx$ для нечётных $n = 2m+1$ равен … | 1. $J_n = \frac{\pi m}{a^{m+1}}$ |
| | | 2. $J_n = \frac{m!}{2a^{m+1}}$ |
| | | 3. $J_n = \frac{1}{2a^{m+1}}$ |
| | | 4. $J_n = \frac{m!}{a^m}$ |
| | | 5. $J_n = \frac{m!}{a^{2m+1}}$ |
| 194. | Нормировочный множитель для распределения $\omega_N(E)$ по полной энергии $E$ системы $N$ частиц идеального больцмановского газа $A$ – это … | 1. $A=1/T^{\frac{3N}{2}}\Gamma\left(\frac{3N}{2}\right)$ |
| | | 2. $A=T^{\frac{3N}{2}}\Gamma\left(\frac{3N}{2}\right)$ |
| | | 3. $A=2\pi/T^{\frac{3N}{2}}\Gamma\left(\frac{3N}{2}\right)$ |
| | | 4. $A=2\pi T^{\frac{3N}{2}}\Gamma\left(\frac{3N}{2}\right)$ |
| | | 5. $A=4\pi\Gamma\left(\frac{3N}{2}\right)$ |
| 195. | 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. $N_A = 9{,}022 \cdot 10^{83}$ $моль^{-1}$ |
| 196. | Одномерное распределение Максвелла по проекции скорости частицы имеет вид … | 1. $\omega(v_x) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{1/2} e^{-\frac{mv_x^2}{2\pi T}}$ |
| | | 2. $\omega(v_x) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{3/2} e^{-\frac{mv_x^2}{T}}$ |
| | | 3. $\omega(v_x) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{5/2} e^{-\frac{mv_x^2}{2T}}$ |

| № вопр. | Содержание вопроса | Варианты ответов |
|---|---|---|
| | | 4. $\omega(v_x) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{3/2} e^{-\frac{mv_x^2}{2T}}$ |
| | | 5. $\omega(v_x) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{1/2} e^{-\frac{mv_x^2}{2T}}$ |
| 197. | Относительное отклонение полной энергии $\delta E$ 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. $\delta E = 1/N$ |
| 198. | Гамма–функция $\Gamma(1/2)$ = … | 1. $\pi$ |
| | | 2. $1$ |
| | | 3. $2\pi$ |
| | | 4. $\sqrt{\pi}$ |
| | | 5. $\sqrt{2\pi}$ |
| 199. | Утверждение, что движение 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 Больцмана |
| 200. | Колебания частиц плазмы, которые возникают, если нарушается взаимная компенсация зарядов в пространстве, называются … | 1. максвелловские |
| | | 2. планковские |
| | | 3. ленгмюровские |
| | | 4. броуновские |
| | | 5. стоксовские |

## 2. Ответы к тестовым заданиям

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

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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** | **3** | **5** | **2** | **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 |
| **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** | **2** | **5** | **1** | **4** | **1** | **3** |

# Литература


1. Rau, J. Statistical Physics and Thermodynamics / J. Rau. – Oxford: Oxford University Press, 2017. – 376 c.
2. Kittel, C. Thermal Physics / C. Kittel, H. Kroemer. – San Francisco: W.H. Freeman and Company, 2013. – 475 p.
3. Румер, Ю.Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика / Ю.Б. Румер, М.Ш. Рывкин. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета, 2016. – 608 с.
4. Мазур, П. Неравновесная термодинамика / П. Мазур, С. Де Гроот. – Москва: Мир, 1999. – 288 с.
5. Байков, В.И. Теплофизика. Термодинамика и статистическая физика / В.И. Байков, Н.В. Павлюкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2018. – 447 с.
6. Тюменков, Г.Ю. Термодинамика и статистическая физика. Тестовые задания / Г.Ю. Тюменков. – Гомель: ГГУ имени Ф. Скорины, 2013. – 34 с.

Учебное издание

**Тюменков** Геннадий Юрьевич

# СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Тестовые задания

Редактор *В.И. Шкредова*
Корректор *В.В. Кулагина*

Подписано в печать 17.02.2020. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 2,33.
Уч.- изд .л. 2,54. Тираж 40 экз. Заказ 83.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изделий № 3/1452 от 17.04.2017.
Специальное разрешение (лицензия) № 02330/450 от 18.12.2013.
Ул. Советская, 104, 246019, г. Гомель