

22.317я73
Т983

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

Г. Ю. ТЮМЕНКОВ

**ТЕРМОДИНАМИКА
И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

Гомель
2013

22.317573
Т 983

08 4

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

Г. Ю. ТЮМЕНКОВ

**ТЕРМОДИНАМИКА
И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

Тестовые задания

для студентов специальностей 2014
1-31.04.01 «Физика (по направлениям)»

УК 8983

Установа адукацыі
"Гомельскі дзяржаўны ўніверсітэт
імя Францыска Скарыны"
БІБЛІЯТЭКА

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2013

УДК 536(079)
ББК 22.317я73
Т 983

Рецензенты:

кандидат физ.-мат. наук, доцент В. А. Зыкунов;
кафедра теоретической физики учреждения образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

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

Тюменков, Г. Ю.

Т 983 Термодинамика и статистическая физика: тестовые
задания / Г. Ю. Тюменков; М-во образования РБ,
Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ
им. Ф. Скорины, 2013. – 36 с.
ISBN 978-985-439-775-7

Целью данных тестовых заданий является оказание помощи
студентам в процессе усвоения основ термодинамики и
статистической физики, а также при подготовке к текущему и
итоговому контролю знаний.

Тестовые задания адресованы студентам специальностей:
1-31 04 01 «Физика (по направлениям)».

**УДК 536(079)
ББК 22.317я73**

ISBN 978-985-439-775-7

© Тюменков Г. Ю., 2013

© УО «Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины», 2013

Содержание

Введение	4
1. Термодинамика	5
2. Статистическая физика.....	18
Литература	33

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

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, оценивать 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 студентов по общему курсу «Термодинамика и статистическая физика», методологически разделенному на два взаимодополняющих раздела. Вопросы теста имеют разный уровень сложности и часто предполагают множественный выбор ответа. Текущий контроль знаний осуществляется по мере прохождения разделов курса и позволяет студентам объективно оценивать уровень своих знаний. А это 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» с целью контроля и коррекции знаний. Тестовые задания адресованы студентам специальностей 1-31 04 01 02 «Физика (производственная деятельность)», 1-31 04 01 03 «Физика (научно-педагогическая деятельность)», 1-31 04 01 04 «Физика (управленческая деятельность)», 1-02 05 04-04 «Физика. Техническое творчество» и 1-31 04 03 «Физическая электроника».

В заданиях использованы традиционные термодинамические обозначения, а также общепринятая научная терминология. В каждом пункте возможен более чем один правильный ответ.

1. Термодинамика

1. Первое начало термодинамики для газовой системы с переменным количеством вещества имеет вид:

- а) $dU = -TdS - PdV + \mu dN$;
- б) $dU = TdS - PdV + \mu dN$;
- в) $dU = -TdS + PdV + \mu dN$;
- г) $dU = TdS - PdV - \mu dN$;
- д) $dU = TdS + PdV - \mu dN$.

2. Обобщённой силой и обобщённой координатой в теории стержней соответственно являются:

- а) f и l ;
- б) f и $(-l)$;
- в) $(-f)$ и l ;
- г) l и $(-f)$;
- д) $(-f)$ и $(-l)$.

3. Термодинамический потенциал Гиббса в системе СИ имеет размерность:

- а) $\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}$;
- б) $\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$;
- в) $\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}$;
- г) $\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}$;
- д) $\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2$.

4. Процессы перехода термодинамической системы из неравновесного состояния в равновесное называются:

- а) выравниванием;
- б) сублимацией;
- в) релаксацией;
- г) работой;
- д) теплопередачей.

5. Критический объем $V_{кр} = 4b$ соответствует:

- а) идеальному газу;
- б) газу Бертелло;
- в) газу Ван-дер-Ваальса;
- г) первому газу Дитеричи;
- д) второму газу Дитеричи.

6. Коэффициент полезного действия тепловой машины...:

- а) прямо пропорционален работе A , совершенной за цикл;
- б) обратно пропорционален количеству теплоты Q_1 , полученному от нагревателя;
- в) зависит только от работы A , совершенной за цикл;
- г) обратно пропорционален работе A , совершенной за цикл;
- д) обратно пропорционален количеству теплоты Q_2 , отданному холодильнику.

7. Первое уравнение Эренфеста для фазовых переходов второго рода следует из...:

- а) неравенства молярных энтропий фаз;
- б) равенства молярных энтропий фаз;
- в) неравенства молярных объемов фаз;
- г) равенства молярных объемов фаз;
- д) равенства химических потенциалов фаз.

8. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса...:

- а) описывает фазовые переходы первого рода;
- б) описывает фазовые переходы второго рода;
- в) следует из равенства химических потенциалов фаз;
- г) является уравнением состояния;
- д) связывает теплоемкости изопроцессов.

9. Если показатель политропы равен 0, то соответствующий процесс подчиняется закону...:

- а) Бойля-Мариотта;
- б) Шарля;
- в) Пуассона;
- г) Майера;
- д) Гей-Люссака.

10. Точка Бойля отсутствует, если газ подчиняется...:

- а) первому уравнению Дитеричи;
- б) второму уравнению Дитеричи;
- в) уравнению Ван-дер-Ваальса;
- г) уравнению Бертло;
- д) уравнению Менделеева-Клапейрона.

11. Процесс Джоуля-Томсона является:

- а) изотермическим;
- б) изоэнтальпическим;
- в) адиабатическим;
- г) подсистемно равновесным;
- д) процессом плавления.

12. Параметра b в уравнении Бертло...:

- а) связан с силами межмолекулярного притяжения;
- б) связан с силами межмолекулярного отталкивания;
- в) рассчитывается в приближении жестких сфер;
- г) связан с электрическим дипольным моментом молекул;
- д) безразмерен.

13. Свободная энергия F определяется выражением:

- а) $F = U + TS + PV$;
- б) $F = U - TS + PV$;
- в) $F = U + PV$;
- г) $F = U - TS$;
- д) $F = U + TS$.

14. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса в (P, V) – плоскости при $T < T_{кр}$ имеют:

- а) один экстремум;
- б) два экстремума;
- в) одну асимптоту;
- г) две асимптоты;
- д) точку перегиба.

15. Термодинамические системы, имеющие несколько нетепловых степеней свободы, называются:

- а) политропическими;
- б) политехническими;
- в) замкнутыми;
- г) адиабатическими;
- д) поливариантными.

16. Количество теплоты в термодинамике...:

- а) является функцией процесса;
- б) является скалярной величиной;
- в) является функцией состояния;
- г) не может быть равным 0;
- д) не может иметь вид $Q = T(S_2 - S_1)$.

17. Изменение типа кристаллической решетки углерода, приведшее к скачку величины теплоемкости...:

- а) является фазовым переходом первого рода;
- б) является фазовым переходом второго рода;
- в) не является фазовым переходом;
- г) сопровождается выделением тепла;
- д) сопровождается поглощением тепла.

18. Аналог формулы Майера для стержней имеет вид:

- а) $c_l - 2c_f = 0$;
- б) $c_l + c_f = 0$;
- в) $c_f - c_l = 0$;
- г) $c_f + 2c_l = 0$;
- д) $c_f - c_l = R$.

19. Если в уравнении состояния идеального газа положить $R \approx 8,31$ Дж/град·моль, то шкала температур становится шкалой...:

- а) энтропии;
- б) Цельсия;
- в) Фаренгейта;
- г) Планка;
- д) Кельвина.

20. Принцип Нернста называют:

- а) первым началом термодинамики;
- б) вторым началом термодинамики;
- в) третьим началом термодинамики;
- г) принципом температуры;
- д) принципом энтропии.

21. Второе начало термодинамика запрещает:

- а) превращать в работу всё тепло, полученное от нагревателя;
- б) превращать в работу всё тепло, отданное холодильнику;
- в) иметь КПД цикла, равный 1;
- г) возможность построения холодильной машины;
- д) циклические процессы.

22. Цикл Карно состоит из:

- а) одной адиабаты и двух изотерм;
- б) одной изотермы и двух изобар;
- в) двух изотерм и двух изохор;
- г) двух адиабат и двух изотерм;
- д) двух изохор и двух изобар.

23. Термодинамический коэффициент вида $(\partial T / \partial V)_P$ для идеального газа равен:

- а) R/P ;
- б) P/R ;
- в) V/P ;
- г) R/V ;
- д) T/P .

24. Таблица термодинамических коэффициентов состоит из:

- а) 6 компонентов;
- б) 9 компонентов;
- в) 10 компонентов;
- г) 12 компонентов;
- д) 24 компонентов.

25. Физическое равноправие (PV) – и (TS) – плоскостей в теории реальных газов достигается условием:

- а) $\partial(PV)/\partial(TS) = 1$;
- б) $\partial(PV)/\partial(TS) = 2$;
- в) $\partial(PV)/\partial(TS) = 0$;
- г) $\partial(PV)/\partial(TS) = -1$;
- д) $\partial(PV)/\partial(TS) = -2$.

26. Являются полными дифференциалы термодинамических параметров:

- а) внутренней энергии;
- б) работы;
- в) количества теплоты;
- г) энтропии;
- д) теплоемкости.

27. Химический потенциал μ это:

- а) молярная энтропия;
- б) молярная энтальпия;
- в) молярный объём;
- г) молярная внутренняя энергия;
- д) молярный термодинамический потенциал Гиббса.

28. Второе уравнение Дитеричи имеет вид:

а) $P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{TV^2}$;

б) $P = \frac{RT}{v-b} \exp\left(-\frac{a}{RTv}\right)$;

в) $P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2}$;

г) $P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^{5/3}}$;

д) $P = \frac{RT}{v}$.

29. Область отрицательного эффекта Джоуля-Томсона для газа Бертолу удовлетворяет условиям:

а) $P > 6\sqrt{2}P_{кр}$;

б) $P \leq 6\sqrt{2}P_{кр}$;

в) $\lambda > 6\sqrt{2}P_{кр}$;

г) $\lambda > 0$;

д) $\lambda < 0$.

30. Приведённые термодинамические параметры определяются отношением вида:

а) $X / Y_{кр}$;

б) $X_{кр} / X$;

в) $X_{кр} / Y$;

г) $X / X_{кр}$;

д) $X_{кр} / Y_{кр}$.

31. Экстенсивными термодинамическими параметрами являются:

а) температура, химический потенциал и энтальпия;

б) давление, свободная энергия и объём;

в) химический потенциал, число молей и длина стержня;

г) энтропия, объём и внутренняя энергия;

д) энтальпия, энтропия и температура.

32. На изотермах газа Ван-дер-Ваальса нефизической является область, где...:

а) $(\partial P / \partial V)_T > 0$;

б) $(\partial P / \partial V)_T < 0$;

в) $(\partial P / \partial V)_T = 0$;

г) $(\partial V / \partial P)_T > 0$;

д) $(\partial V / \partial P)_T < 0$.

33. Адиабатическая теплоемкость термодинамической системы c_s равна:

- а) $c_s = \infty$;
- б) $c_s = 0$;
- в) $c_s = R$;
- г) $c_s = c_p$;
- д) $c_s = c_v$.

34. Метастабильное состояние растянутой жидкости возникает при условии:

- а) $P < 0, T < 0, V < 0$;
- б) $P > 0, T < 0, V < 0$;
- в) $P > 0, T > 0, V < 0$;
- г) $P < 0, T > 0, V < 0$;
- д) $P < 0, T > 0, V > 0$.

35. Малым параметром в термодинамике стержней является:

- а) изобарный коэффициент объемного расширения;
- б) адиабатический термический коэффициент давления;
- в) коэффициент линейного температурного расширения;
- г) изотермическая сжимаемость;
- д) изохорная теплоемкость.

36. К окончательному фазовому равновесию приводит выравнивание:

- а) температур;
- б) химических потенциалов;
- в) давлений;
- г) энтропий;
- д) внутренних энергий.

37. В теплоизолированных системах энтропия обязательно возрастает в процессах:

- а) выравнивания;
- б) равновесных адиабатических;
- в) неравновесных изохорных;
- г) равновесных изотермических;
- д) равновесных изобарных.

38. Компоненты и фазы характеризуют соответственно:

- а) физическую и химическую неоднородность системы;
- б) только химическую неоднородность системы;
- в) только физическую неоднородность системы;
- г) химическую и физическую неоднородность системы;
- д) неоднородность системы по концентрации.

39. О температуре можно сказать, что она...:

- а) изотермична;
- б) поливариантна;
- в) бинарна;
- г) интенсивна;
- д) экстенсивна.

40. Первое начало термодинамики в теории стержней имеет вид:

- а) $dU = -TdS - fdl$;
- б) $dU = TdS - fdl$;
- в) $dU = -TdS + fdl$;
- г) $dU = TdS + fdl$;
- д) $dU = TdS - PdV$.

41. Обобщённой силой и обобщённой координатой в теории реальных газов соответственно являются:

- а) P и $(-V)$;
- б) V и P ;
- в) P и V ;
- г) V и $(-P)$;
- д) $(-P)$ и V .

42. Энтальпия W в системе СИ имеет размерность:

- а) $\text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^2$;
- б) $\text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$;
- в) $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{с}^2$;
- г) $\text{кг}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$;
- д) $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{с}$.

43. Прямой фазовый переход из твёрдой фазы в газообразную называется:

- а) процессом Джоуля-Томсона;
- б) кипением;
- в) релаксацией;
- г) сублимацией;
- д) кристаллизацией.

44. Критический объем $V_{кр} = 3b$ соответствует:

- а) идеальному газу;
- б) газу Берглю;
- в) газу Ван-дер-Ваальса;
- г) первому газу Дитеричи;
- д) второму газу Дитеричи.

45. Коэффициент полезного действия цикла Карно зависит:

- а) только от температуры холодильника T_2 ;
- б) от разности температур нагревателя и холодильника $(T_1 - T_2)$;
- в) только от температуры нагревателя T_1 ;
- г) от отношения температур холодильника и нагревателя (T_2/T_1) ;
- д) от суммы температур нагревателя и холодильника $(T_1 + T_2)$.

46. Второе уравнение Эренфеста для фазовых переходов второго рода следует из....:

- а) неравенства молярных энтропий фаз;
- б) равенства молярных энтропий фаз;
- в) неравенства молярных объёмов фаз;
- г) равенства молярных объёмов фаз;
- д) равенства химических потенциалов фаз.

47. При фазовых переходах первого рода наличие теплообмена с внешними системами обусловлено изменением....:

- а) молярного объёма;
- б) температуры;
- в) давления;
- г) молярной энтальпии;
- д) молярной энтропии.

48. Если уравнение политропы сводится к закону Бойля- Мариотта, то показатель политропы равен:

- а) 0;
- б) 2;
- в) 1;
- г) γ ;
- д) ∞ .

49. Укажите критерий определения точки Бойля:

- а) $P = P_{кр}$;
- б) $P = 0$;
- в) $P \rightarrow \infty$;
- г) $V = V_{кр}$;
- д) $V = 0$.

50. По условию процесса Джоуля-Томсона давления начального P_1 и конечного P_2 состояний связаны соотношением:

- а) $P_1 < P_2$;
- б) $P_1 \ll P_2$;
- в) $P_1 > P_2$;
- г) $P_1 \equiv P_2$;
- д) $P_1 = P_2$.

51. Параметр b в уравнении Ван-дер-Ваальса...

- а) связан с силами межмолекулярного притяжения;
- б) связан с силами межмолекулярного отталкивания;
- в) рассчитывается в приближении парных столкновений;
- г) связан с электрическим дипольным моментом молекул;
- д) безразмерен.

52. Энтальпия W определяется выражением:

- а) $W = U + TS + PV$;
- б) $W = U - TS + PV$;
- в) $W = U + PV$;
- г) $W = U - TS$;
- д) $W = U + TS$.

53. Семейство изотерм стержня в (fl) – плоскости представляет собой:

- а) семейство линейных функций, исходящих из начала координат;
- б) семейство экспонент, исходящих из начала координат;
- в) семейство линейных функций, исходящих из точки $f = -\sigma E$;
- г) семейство экспонент, исходящих из точки $f = -\sigma E$;
- д) семейство линейных функций, исходящих из точки $f = \sigma E$.

54. Поливариантная термодинамическая система считается бинарной, если число её нетепловых степеней свободы...:

- а) равно 2;
- б) равно 1;
- в) стремится к бесконечности;
- г) равно 0;
- д) больше 2.

55. Работа в термодинамике...:

- а) является функцией состояния;
- б) является скалярной величиной;
- в) является функцией процесса;
- г) не может иметь вид $A = P(V_2 - V_1)$;
- д) не может быть равной 0.

56. Изменение типа кристаллической решетки льда приведшее к скачку сжимаемости...:

- а) является фазовым переходом второго рода;
- б) не является фазовым переходом второго рода;
- в) не является фазовым переходом вообще;
- г) не сопровождается выделением тепла;
- д) сопровождается поглощением тепла.

57. Формула Майера имеет вид...:

- а) $c_v - c_p = R$;
- б) $c_v + c_p = R$;
- в) $c_v - c_p = 2R$;
- г) $c_p + c_v = R$;
- д) $c_p - c_v = R$.

58. Уравнение вида $PV = RT$ для идеального газа является...:

- а) дифференциальным;
- б) молярным;
- в) уравнением состояния;
- г) уравнением процесса;
- д) однопараметрическим.

59. Принцип Нернста говорит о...:

- а) поведении энthalпии при $T = 0$;
- б) поведении внутренней энергии при $T = 0$;
- в) поведении энтропии при $T = 0$;
- г) невозможности построения вечного двигателя первого рода;
- д) недостижимости состояния с $T = 0$.

60. Второе начало термодинамики говорит о невозможности создания...:

- а) вечного двигателя первого рода;
- б) паровой машины;
- в) велосипеда;
- г) вечного двигателя второго рода;
- д) холодильной машины.

2. Статистическая физика

1. При микроканоническом распределении вероятности микросостояний ω_k связаны со статистическим весом Γ соотношением...

- а) $\omega_k = \Gamma$;
- б) $\omega_k = \Gamma^{-2}$;
- в) $\omega_k = \Gamma^2$;
- г) $\omega_k = \Gamma^{-1}$;
- д) $\omega_k = \Gamma^{3/2}$.

2. Правильное выражение для интеграла Пуассона это...

а) $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \sqrt{\frac{2\pi}{\alpha}}$;

б) $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}$;

в) $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha \pi x^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$;

г) $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \sqrt{\frac{\alpha}{2\pi}}$;

д) $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha x^2} dx \neq \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$.

3. Редукционная формула для Γ – функции имеет вид:

а) $\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right) = \left(\frac{2n-1}{2}\right) \Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)$;

б) $\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right) = \left(\frac{n+1}{2}\right) \Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)$;

в) $\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right) = \left(\frac{n-1}{2}\right) \Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)$;

г) $\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right) = \left(\frac{n+1}{2}\right) \Gamma\left(\frac{2n+1}{2}\right)$;

д) $\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right) = \left(\frac{n-2}{2}\right) \Gamma\left(\frac{n}{2}\right)$.

4. Статистическим весом Γ называется....:

- а) количество макросостояний, соответствующих микросостоянию;
- б) количество микросостояний, соответствующих макросостоянию;
- в) число частиц макросистемы;
- г) натуральный логарифм энтропии системы;
- д) натуральный логарифм статистической суммы системы.

5. Плотность вероятности распределения Максвелла для модуля скорости молекулы ϑ имеет вид:

а) $\varphi(\vartheta) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{3/2} e^{-\frac{3m\vartheta^2}{2T}} 4\pi\vartheta^3;$

б) $\varphi(\vartheta) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{3/2} e^{-\frac{m\vartheta^2}{2T}} 4\pi\vartheta^2;$

в) $\varphi(\vartheta) = \left(\frac{2m}{\pi T}\right)^{3/2} e^{-\frac{m\vartheta^2}{2T}} 4\pi\vartheta^2;$

г) $\varphi(\vartheta) = \left(\frac{m}{2\pi T}\right)^{5/2} e^{-\frac{m\vartheta^2}{2T}} 4\pi\vartheta^2;$

д) $\varphi(\vartheta) = \left(\frac{\pi m}{2T}\right)^{1/2} e^{-\frac{m\vartheta^2}{2T}} 4\pi T\vartheta^2.$

6. Статистическая сумма Z в каноническом распределении определяется, как сумма по всем микросостояниям k макросистемы вида:

а) $Z = \sum e^{\frac{E_k}{T_0}};$

б) $Z = \sum e^{\frac{E_k}{T_0}};$

в) $Z = \sum e^{\frac{E_k^2}{T_0}};$

г) $Z = \sum e^{\frac{E_k^2}{T_0}};$

д) $Z = \sum e^{\frac{3E_k^2}{2T_0}}.$

7. Физическая величина, определяемая как $X = \ln \Gamma$, называется:

- а) внутренней энергией;
- б) энтальпией;
- в) температурой;
- г) энтропией;
- д) термодинамическим потенциалом Гиббса.

8. Каноническое распределение предполагает, что макросистема...:

- а) находится в адиабате;
- б) подчиняется микроканоническому распределению;
- в) может быть микросистемой;
- г) находится в термостате;
- д) находится в милиции.

9. В квазиклассическом приближении газ называется бoльцмановским, если число его квантовых состояний $n_{\text{кв}}$ связано с числом частиц N как...:

а) $n_{\text{кв}} = \frac{V p_{\text{кар}}^3}{(2\pi\hbar)^3} = N$;

б) $n_{\text{кв}} = \frac{V p_{\text{кар}}^3}{(2\pi\hbar)^3} \gg N$;

в) $n_{\text{кв}} = \frac{V p_{\text{кар}}^3}{(2\pi\hbar)^3} \ll N$;

г) $n_{\text{кв}} = \frac{V p_{\text{кар}}^3}{(2\pi\hbar)^3} \approx N$;

д) $n_{\text{кв}} = \frac{V p_{\text{кар}}^3}{(2\pi\hbar)^3} < N$.

10. Среднеквадратичное отклонение случайной величины Δx задается выражением:

а) $\Delta x = \sqrt{\langle (x - \langle x \rangle)^2 \rangle}$;

б) $\Delta x = \sqrt{\langle (x + \langle x \rangle)^2 \rangle}$;

в) $\Delta x = \sqrt{\langle x^2 \rangle + \langle x \rangle^2}$;

г) $\Delta x = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$;

д) $\Delta x = \langle (x - \langle x \rangle)^2 \rangle$.

11. Формулой Стирлинга называется выражение:

- а) $N! = \Gamma(N + 1)$;
- б) $N! = \Gamma(N - 1)$;
- в) $N! = (2\pi N)^{1/2} \left(\frac{N}{e}\right)^N$;
- г) $N! = (2N)^{1/2} \left(\frac{N}{e}\right)^N$;
- д) $N! = Z$.

12. В теории макросистем статистическая физика...

- а) изучает неравновесные состояния и неравновесные процессы;
- б) изучает равновесные состояния и неравновесные процессы;
- в) изучает неравновесные состояния и равновесные процессы;
- г) изучает равновесные состояния и равновесные процессы;
- д) основывается на модельных представлениях о структуре вещества.

13. Микроканоническое распределение в терминах плотности вероятности приобретает вид:

- а) $\omega(E, k) = A \cdot \delta(E - E_k)$;
- б) $\omega(E, k) = A \cdot \Gamma(E - E_k)$;
- в) $\omega(E, k) = A \cdot N \cdot (E - E_k)$;
- г) $\omega(T, k) = A \cdot N \cdot (T - T_k)$;
- д) $\omega(N, k) = A \cdot \delta(N - N_k)$.

14. $6N$ – мерное пространство, координатами которого являются $6N$ канонических переменных, называется:

- а) римановым;
- б) пространством Лобачевского;
- в) фазовым;
- г) газовым;
- д) псевдоевклидовым.

15. Энергетическая температура T и безразмерная энтропия S связаны с помощью постоянной Больцмана k с термодинамическими температурой T и энтропией S соотношениями:

- а) $T = k \cdot T$ и $S = k \cdot S$;
- б) $T = k \cdot T$ и $S = S/k$;
- в) $T = T/k$ и $S = S/k$;
- г) $T = T/k$ и $S = k \cdot S$;
- д) $T = k^2 \cdot T$ и $S = k^2 \cdot S$.

16. Следствием формулы Стирлинга является выражение:

- а) $\frac{d}{dN} (\ln N) = \ln N$;
- б) $\frac{d}{dN} (\ln N!) = \ln N!$;
- в) $\frac{d}{dN} (\ln N) = \ln N!$;
- г) $\frac{d}{dN} (\ln N!!) = \ln N$;
- д) $\frac{d}{dN} (\ln N!) = \ln N$.

17. Обобщение понятия энтропии S для неизолированных систем через вероятности микросостояний ω_k имеет вид:

- а) $S = - \sum_k \omega_k \ln \omega_k$;
- б) $S = \sum_k \omega_k \ln \omega_k$;
- в) $S = - \sum_k \omega_k \lg \omega_k$;
- г) $S = \sum_k \omega_k \lg \omega_k$;
- д) $S = - \prod_k \omega_k \ln \omega_k$.

18. Газ, в котором потенциальная энергия парного межмолекулярного взаимодействия пренебрежимо мала по сравнению с кинетической энергией отдельной молекулы, называется:

- а) больцмановским;
- б) ван-дер-ваальсовским;
- в) идеальным;
- г) квантовым;
- д) бозе-газом.

19. Распределение Максвелла для идеального бoльцмановского газа является прямым следствием:

- а) микроканонического распределения;
- б) канонического распределения;
- в) большого канонического распределения;
- г) распределения Ферми-Дирака;
- д) распределения Бозе-Эйнштейна.

20. Статистическая сумма Z в распределении Максвелла равна:

а) $Z = N \left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2} \right)^{3/2}$;

б) $Z = V \left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2} \right)^{3/2}$;

в) $Z = V \left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2} \right)^{-3/2}$;

г) $Z = N \left(\frac{mT}{2\pi\hbar^2} \right)^{1/2}$;

д) $Z = V \left(\frac{NT}{2\pi\hbar^2} \right)^{3/2}$.

21. Из распределения Максвелла среднее значение квадрата энергии $\langle \varepsilon^2 \rangle$ молекулы и её дисперсия $\langle (\Delta\varepsilon)^2 \rangle$ соответственно равны:

а) $\langle \varepsilon^2 \rangle = \frac{10}{4} T^2$ и $\langle (\Delta\varepsilon)^2 \rangle = \frac{5}{2} T^2$;

б) $\langle \varepsilon^2 \rangle = \frac{3}{2} T^2$ и $\langle (\Delta\varepsilon)^2 \rangle = \frac{15}{4} T^2$;

в) $\langle \varepsilon^2 \rangle = \frac{15}{4} T^2$ и $\langle (\Delta\varepsilon)^2 \rangle = \frac{3}{2} T^2$;

г) $\langle \varepsilon^2 \rangle = \frac{5}{4} T^2$ и $\langle (\Delta\varepsilon)^2 \rangle = \frac{13}{2} T^2$;

д) $\langle \varepsilon^2 \rangle = \frac{15}{2} T^2$ и $\langle (\Delta\varepsilon)^2 \rangle = \frac{3}{4} T^2$.

22. С учетом тождественности частиц статистическая сумма идеального газа Z связана со статистической суммой молекулы z соотношением:

а) $Z = \frac{z^N}{N}$;

б) $Z = \frac{z^N}{N!}$;

в) $Z = \frac{z^{-N}}{N}$;

г) $Z = \frac{z^{-N}}{N!}$;

д) $Z = -\frac{z^N}{N!}$.

23. Свободная энергия макросистемы F является функцией температуры T и статистической суммы Z вида:

а) $F = -2T \cdot \ln Z$;

б) $F = -T \cdot \ln Z$;

в) $F = T \cdot \ln Z$;

г) $F = \frac{3}{2}T \cdot \ln Z$;

д) $F = T^{1/2} \cdot \ln Z$.

24. Точное выражения для энтропии S идеального бoльцмановского газа это...:

а) $S = N \ln \frac{V}{N} + \frac{1}{2} N \ln T + \frac{3}{2} N \ln \left(\frac{m}{2\pi\hbar^2} \right) + \frac{5}{2} N$;

б) $S = N \ln \frac{V}{N} + \frac{3}{2} N \ln T + \frac{1}{2} N \ln \left(\frac{m}{2\pi\hbar^2} \right) + \frac{5}{2} N$;

в) $S = N \ln \frac{V}{N} + \frac{3}{2} N \ln T + \frac{3}{2} N \ln \left(\frac{m}{2\pi\hbar^2} \right) + \frac{1}{2} N$;

г) $S = N \ln \frac{V}{N} + \frac{3}{2} N \ln T + \frac{3}{2} N \ln \left(\frac{m}{2\pi\hbar^2} \right) + \frac{5}{2} N$;

д) $S = N \ln \frac{V}{N} + \frac{3}{2} N \ln T + \frac{3}{2} N \ln \left(\frac{m}{2\pi\hbar^2} \right) + \frac{3}{2} N$.

25. В статистической физике химический потенциал μ является термодинамическим потенциалом Гиббса...:

- а) всей макросистемы;
- б) одного моля вещества;
- в) одной частицы;
- г) термостата;
- д) адиабата.

26. Большое каноническое распределение (БКР) это распределение вида:

- а) $\omega_{N,k} = \frac{1}{Q} e^{(\mu N + E_{N,k})/T}$;
- б) $\omega_{N,k} = \frac{1}{Q} e^{(\mu N - E_{N,k})/T}$;
- в) $\omega_{N,k} = \frac{1}{Q} e^{-(\mu N + E_{N,k})/T}$;
- г) $\omega_{N,k} = \frac{1}{Q} e^{(E_{N,k} - \mu N)/T}$;
- д) $\omega_{N,k} = \frac{1}{Q} e^{\mu N/T}$.

27. Ω – потенциал определяется выражением:

- а) $\Omega = E + TS - \mu N$;
- б) $\Omega = E - TS + \mu N$;
- в) $\Omega = E + TS + \mu N$;
- г) $\Omega = E - TS - \mu N$;
- д) $\Omega = E - TS - \mu N$.

28. Большая статистическая сумма Q из БКР и энтропия S связаны с Ω – потенциалом соотношениями:

- а) $\Omega = -T \cdot \ln Q$ и $S = \frac{\partial \Omega}{\partial T}$;
- б) $\Omega = -T \cdot \ln Q$ и $S = -\frac{\partial \Omega}{\partial T}$;
- в) $\Omega = T \cdot \ln Q$ и $S = -\frac{\partial \Omega}{\partial T}$;
- г) $Q = -T \cdot \ln \Omega$ и $S = -\frac{\partial \Omega}{\partial T}$;
- д) $\Omega = -T \cdot \ln Q$ и $\Omega = -\frac{\partial S}{\partial T}$.

29. Если газ является идеальным, но не является бoльцмановским, то его называют:

- а) невырожденным;
- б) вырожденным;
- в) перенасыщенным;
- г) максвелловским;
- д) угарным.

30. Распределение Ферми-Дирака имеет вид:

а) $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{(\epsilon_k - \mu)/T} + 1}$;

б) $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{(\epsilon_k + \mu)/T} + 1}$;

в) $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{(\epsilon_k - \mu)/T} - 1}$;

г) $\langle N_k \rangle = \frac{1}{1 - e^{(\epsilon_k - \mu)/T}}$;

д) $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{(\epsilon_k + \mu)/T} - 1}$.

31. Распределение Ферми-Дирака описывает макросистемы, состоящие из частиц:

- а) с полуцелым спином;
- б) с целым спином;
- в) бесспиновых;
- г) векторных;
- д) спинорных.

32. К бoзе – газам можно отнести:

- а) электронный газ в металлах;
- б) фотонный газ;
- в) фононный газ;
- г) ионно-электронную плазму;
- д) идеальный газ.

33. Распределение Бозе-Эйнштейна имеет вид:

а) $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{(\varepsilon_k - \mu)/T} + 1}$;

б) $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{(\varepsilon_k + \mu)/T} + 1}$;

в) $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{(\varepsilon_k - \mu)/T} - 1}$;

г) $\langle N_k \rangle = \frac{1}{1 - e^{(\varepsilon_k - \mu)/T}}$;

д) $\langle N_k \rangle = \frac{1}{e^{(\varepsilon_k + \mu)/T} - 1}$.

34. Большая статистическая сумма Q в распределении Бозе-Эйнштейна равна:

а) $Q = \frac{1}{1 - e^{(\varepsilon_k - \mu)/T}}$;

б) $Q = \frac{\pi}{1 - e^{(\varepsilon_k - \mu)/T}}$;

в) $Q = \frac{1}{1 + e^{(\varepsilon_k - \mu)/T}}$;

г) $Q = \frac{\pi}{1 - e^{(\mu - \varepsilon_k)/T}}$;

д) $Q = \frac{\pi}{1 + e^{(\mu - \varepsilon_k)/T}}$.

35. Среднее число заполнения уровня в ферми-газе $\langle N_k \rangle = 1/2$, если...:

а) $\mu = 2\varepsilon_k$;

б) $\mu = \varepsilon_k$;

в) $\mu = -\varepsilon_k$;

г) $\mu = \sqrt{\varepsilon_k}$;

д) $\mu = (\varepsilon_k)^{3/2}$.

36. Условие нормировки распределений Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна записывается как:

а) $\sum_k \langle N_k \rangle = N$;

б) $\sum_k \langle N_k \rangle = 1$;

в) $\sum_k \langle N_k \rangle = 0$;

г) $\sum_k \langle N_k \rangle = \infty$;

д) $\sum_k \langle N_k \rangle \neq 1$.

37. Вириальное представление уравнения состояния неидеального газа это:

а) $P = F \sum_i B_i(T) \left(\frac{N}{V}\right)^i$;

б) $P = V \sum_i B_i(T) \left(\frac{N}{V}\right)^i$;

в) $P = S \sum_i B_i(T) \left(\frac{N}{V}\right)^i$;

г) $P = T \sum_i B_i(T) \left(\frac{N}{V}\right)^i$;

д) $P = k \sum_i B_i(T) \left(\frac{N}{V}\right)^i$.

38. «Статистическое» уравнение Ван-дер-Ваальса имеет вид:

а) $\left(P + \frac{aN^2}{V^2}\right)(V - bN) = NT$;

б) $\left(P + \frac{aN^2}{V^2}\right)(V - b) = NT$;

в) $\left(P + \frac{aN^2}{V^2}\right)(V - bN) = NT$;

г) $\left(P + \frac{aN^2}{V^2}\right)(V - N) = RT$;

д) $\left(P + \frac{aN^2}{V^2}\right)(V - bN) = RT$.

39. Энергия ван-дер-ваальсовского газа равна:

а) $E = \frac{3}{2}NT - \frac{aN^2}{V}$;

б) $E = \frac{3}{2}NT - \frac{aN^3}{V}$;

в) $E = \frac{5}{2}NT + \frac{aN^2}{V}$;

г) $E = \frac{1}{2}NT + \frac{aN^2}{V}$;

д) $E = \frac{3}{2}RT - \frac{aN^2}{V}$.

40. В теории фазовых переходов второго рода Ландау использует характеристику внутренней симметрии макросистемы η , называемую...:

- а) параметр беспорядка;
- б) параметр симметрии;
- в) параметр гармонии;
- г) параметр порядка;
- д) параметр асимметрии.

41. В разложении термодинамического потенциала Гиббса по параметру порядка η наличие внешнего поля отвечает слагаемое X , которое...:

- а) $X \sim \sqrt{\eta}$;
- б) $X \sim \eta^2$;
- в) $X \sim \eta$;
- г) $X \sim \eta^3$;
- д) не зависит от η .

42. Критические индексы в теории фазовых переходов второго рода Ландау равны:

- а) $\alpha = \alpha' = 1, \quad \beta = \beta' = 1/2, \quad \gamma = \gamma' = 0$;
- б) $\alpha = \alpha' = 0, \quad \beta = \beta' = 1/2, \quad \gamma = \gamma' = 1$;
- в) $\alpha = \alpha' = 1/2, \quad \beta = \beta' = 0, \quad \gamma = \gamma' = 1$;
- г) $\alpha = 1, \quad \alpha' = 0, \quad \beta = \beta' = 1/2, \quad \gamma = 2, \quad \gamma' = 1$;
- д) $\alpha = 0, \quad \alpha' = 1, \quad \beta = 0, \quad \beta' = 1/2, \quad \gamma = \gamma' = 0$.

43. Ω – потенциал идеального ферми-газа представим в виде:

а) $\Omega = -T \sum_k \ln(1 - \langle N_k \rangle)$;

б) $\Omega = T \sum_k \ln(1 + \langle N_k \rangle)$;

в) $\Omega = T \sum_k \ln(1 - 2\langle N_k \rangle)$;

г) $\Omega = T \sum_k \ln(1 - \langle N_k \rangle)$;

д) $\Omega = -T \sum_k \ln(1 + \langle N_k \rangle)$.

44. Энтродпия S идеального бозе-газа представима в виде:

а) $S = \sum_k [(1 - \langle N_k \rangle) \ln(1 + \langle N_k \rangle) - \langle N_k \rangle \ln \langle N_k \rangle]$;

б) $S = \sum_k [(1 + \langle N_k \rangle) \ln(1 - \langle N_k \rangle) - \langle N_k \rangle \ln \langle N_k \rangle]$;

в) $S = \sum_k [(1 + \langle N_k \rangle) \ln(1 + \langle N_k \rangle) + \langle N_k \rangle \ln \langle N_k \rangle]$;

г) $S = -\sum_k [(1 + \langle N_k \rangle) \ln(1 + \langle N_k \rangle) - \langle N_k \rangle \ln \langle N_k \rangle]$;

д) $S = \sum_k [(1 + \langle N_k \rangle) \ln(1 + \langle N_k \rangle) - \langle N_k \rangle \ln \langle N_k \rangle]$.

45. Флуктуация, называемая дисперсией, это...:

а) среднее значение квадрата отклонения случайной величины от своего среднего значения;

б) среднее значение квадрата отклонения случайной величины от своего математического ожидания;

в) среднее значение квадрата отклонения случайной величины от своего наиболее вероятного значения;

г) квадрат относительной флуктуации;

д) квадрат среднеквадратичного отклонения.

46. В теории флуктуаций дисперсия температуры и энтропии газов соответственно равны:

а) $\langle (\Delta T)^2 \rangle = \frac{T^2}{C_p}$ и $\langle (\Delta S)^2 \rangle = C_p$;

б) $\langle (\Delta T)^2 \rangle = \frac{T^2}{C_v}$ и $\langle (\Delta S)^2 \rangle = C_v$;

в) $\langle (\Delta T)^2 \rangle = \frac{T^2}{C_v}$ и $\langle (\Delta S)^2 \rangle = C_p$;

г) $\langle (\Delta T)^2 \rangle = \frac{T^2}{C_s}$ и $\langle (\Delta S)^2 \rangle = T \cdot C_p$;

д) $\langle (\Delta T)^2 \rangle = \frac{T^2}{C_v}$ и $\langle (\Delta S)^2 \rangle = 0$.

47. Для относительной флуктуации температуры δT в газах справедливо, что...

а) $\delta T \sim N$;

б) $\delta T \sim \frac{1}{\sqrt{N}}$;

в) $\delta T \sim \frac{1}{N}$;

г) $\delta T = C_V$;

д) $\delta T = \frac{1}{\sqrt{C_V}}$.

48. Дисперсия числа частиц определяется выражением:

а) $\langle (\Delta N)^2 \rangle = T \left(\frac{\partial N}{\partial \mu} \right)_{V,T}$;

б) $\langle (\Delta N)^2 \rangle = T \left(\frac{\partial T}{\partial N} \right)_{V,T}$;

в) $\langle (\Delta N)^2 \rangle = \mu \left(\frac{\partial N}{\partial \mu} \right)_{V,T}$;

г) $\langle (\Delta N)^2 \rangle = S \left(\frac{\partial N}{\partial \mu} \right)_{V,T}$;

д) $\langle (\Delta N)^2 \rangle = V \left(\frac{\partial N}{\partial \mu} \right)_{P,S}$.

49. Дисперсия числа частиц заполнения k -го квантового уровня состояния ферми-газа равна:

а) $\langle (\Delta N_k)^2 \rangle = \langle N_k \rangle (1 + \langle N_k \rangle)$;

б) $\langle (\Delta N_k)^2 \rangle = \langle N_k \rangle (1 - \langle N_k \rangle)$;

в) $\langle (\Delta N_k)^2 \rangle = \langle N_k \rangle (2 - \langle N_k \rangle)$;

г) $\langle (\Delta N_k)^2 \rangle = -\langle N_k \rangle (1 - \langle N_k \rangle)$;

д) $\langle (\Delta N_k)^2 \rangle = \langle N_k \rangle^2$.

50. Относительная флуктуация числа частиц заполнения k -го квантового уровня состояния бозе-газа равна:

а) $\delta N_k = \sqrt{1 + \frac{1}{\langle N_k \rangle^2}}$;

б) $\delta N_k = \sqrt{1 - \frac{1}{\langle N_k \rangle^2}}$;

в) $\delta N_k = \langle N_k \rangle \sqrt{1 - \frac{1}{\langle N_k \rangle^2}}$;

г) $\delta N_k = \langle N_k \rangle \sqrt{1 + \frac{1}{\langle N_k \rangle^2}}$;

д) $\delta N_k = \sqrt{\langle N_k \rangle}$.

51. При переходе к классическим системам статистическая сумма Z заменяется статистическим интегралом $Z_{\text{кл}}$, определяемым как...:

а) $Z_{\text{кл}} = \frac{1}{N!} \int e^{\frac{H(p,q)}{T}} d\Gamma$;

б) $Z_{\text{кл}} = \frac{1}{N!} \int e^{-\frac{H(p,q)}{T}} d\Gamma$;

в) $Z_{\text{кл}} = \frac{1}{N!} \int e^{-\frac{H(p,q)}{T}} dN$;

г) $Z_{\text{кл}} = \frac{1}{N!} \int e^{-\frac{H(p,q)}{V}} d\Gamma$;

д) $Z_{\text{кл}} = \frac{1}{N!} \int e^{-\frac{H(p,q)}{T}} dV$.

52. Дифференциал статистического веса $d\Gamma$ для классических систем это...:

а) $d\Gamma = \frac{\gamma^N}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{P}_1 d\vec{P}_2 \dots d\vec{P}_N d\vec{q}_1 d\vec{q}_2 \dots d\vec{q}_N$;

б) $d\Gamma = \frac{\gamma^N}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{P}_1 d\vec{P}_2 \dots d\vec{P}_N$;

в) $d\Gamma = \frac{\gamma^N}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{q}_1 d\vec{q}_2 \dots d\vec{q}_N$;

г) $d\Gamma = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3N}} d\vec{P}_1 d\vec{P}_2 \dots d\vec{P}_N d\vec{q}_1 d\vec{q}_2 \dots d\vec{q}_N$;

д) $d\Gamma = d\vec{P}_1 d\vec{P}_2 \dots d\vec{P}_N d\vec{q}_1 d\vec{q}_2 \dots d\vec{q}_N$.

Литература

1. Квасников, И. А. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем / И. А. Квасников. – М: МГУ, 2005. – 798 с.
2. Румер, Ю. Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика / Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин. – М: Наука, 2000. – 607 с.
3. Ландау, Л. Д. Статистическая физика: Ч. 1. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лившиц. – М: Наука, 1976. – 584 с.
4. Коткин, Г. Л. Лекции по статистической физике
- Г. Л. Коткин. – Москва–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2006. – 190 с.
5. www.wikipedia.org.
6. www.eqworld.ipmnet.ru.
7. www.uc.iinr.ru/kurs.
8. www.bookfi.org.
9. www.grc.nasa.gov.
10. www.emc.maricopa.edu.

Установа адукацыі
"Гомельскі дзяржаўны ўніверсітэт
імя Францыска Скарыны"
БІБЛІЯТЭКА

Учебное издание

Тюменков Геннадий Юрьевич

**ТЕРМОДИНАМИКА
И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

Тестовые задания

для студентов специальностей
1-31 04 01 «Физика (по направлениям)»

Редактор *В. И. Шкредова*
Корректор *В. В. Калугина*

Подписано в печать 15.05.2013. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 2,09.

Уч.-изд. л. 2,29. Тираж 25 экз. Заказ 367.

5036-00

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования

«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины».

ЛИ № 02330/0549481 от 14.05.2009.

Ул. Советская, 104, 246019, г. Гомель