

SMALL

1. Знайти а) $\overline{v^k}$ при $n > -2$; б) $\overline{v}, \overline{v^k}$; в) v_0

2-3. Визначити діелектричну проникність для ід. газу, що складається з N дипольних моментів p_0 , що знаходиться в ел. однорідному полі.

3-4. Визначити S речовини, що підкорюється рівняння $v = v_0(1 + a(T - T_0))$, $(\frac{\partial V}{\partial p})_T = 0, C_0 = 0$.

4. Знайти рівняння для адіабати, якщо $p = p_0 a T + p_0 + b V p_0, C_V = const$.

5. Довести, що якщо кожне з 3 змінних A, B, C є диференційною функцією двох інших, що є незалежними, то $(\frac{\partial A}{\partial B})_C (\frac{\partial B}{\partial C})_A (\frac{\partial C}{\partial A})_B = -1$.

6. Система має невироджений енергетичний спектр $E_e = eE; e = 0, 1 \dots n-1$. Знайти середню енергію.

7. При термоелектронній емісії відбувається виліт електронів з поверхні металу або напівпровідника. Припускаючи, що: а) вильоти електронів стат. незалежні події; б) ймовірність вильоту одного електрона за нескінченно малий проміжок часу dt рівна λdt (λ - стала величина), визначити ймовірність вильоту n електронів за час t .

8-9. Визначити теплоємність системи, що складається з N незалежних двовірних гармонічних осциляторів, кожен з яких має $(k+1)$ - кратне виродження рівня енергії.

10. Використовуючи результати задачі 5, обчислити $\overline{\Delta n^2}$, припускаючи, що в $1c$ в середньому вилітає n_0 електронів.

10-11. Ідеальний газ, який складається з N молекул, знаходиться в посудині об'ємом V . Визначити цмовірність того, що в заданому об'ємі V_0 ($V_0 \ll V$) в даний момент буде міститись n молекул. Розглянути випадки: а) $n \ll N$; б) $n \gg 1, \Delta n \ll \bar{n}$.

12. Частинка, яка знаходиться в початковий момент в початку координат, в наступний момент часу робить скачок на один крок або вправо, або вліво з ймовірністю $1/2$. Визначити ймовірність $P_l(l)$ того, що після t кроків частинка з'явиться в точці l даної одновимірної решітки.

12-14. Для (розподілу Фермі) ферміонів знайти $\langle \Delta n^3 \rangle, \langle \Delta n^4 \rangle$.

14-16. Для бозонів знайти $\langle \Delta n^2 \rangle, \langle \Delta n^3 \rangle$.

16-17. Визначити енергію і тиск для ідеального газу, який складається з N частинок і міститься в посудині об'ємом V , при наступних залежностях енергії окремої частинки від імпульсу P : а) $H = ap^2, \lambda > 0, l > 0$; б) $H = c\sqrt{m^2 c^2 + p^2}$, (c - швидкість світла).

18. Визначити середньоквадратичне від флуктуації енергії N для системи в термостаті.

18-19. Знайти $\bar{\varepsilon}$ і найбільш ймовірне значення кінетичної енергії частинок ε_0 .

20-21. Знайти а) $\overline{\Delta S^2}, \overline{\Delta p^2}, \overline{\Delta S \Delta p}, \overline{\Delta V \Delta p}, \overline{\Delta S \Delta T}$; б) флуктуації густини $n = \frac{N}{V}$.

21-22. Довести, що $\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$.

22-23. Тіло з теплоємністю $C(T)$ і магнітною сприйнятливістю χ знаходиться в слабкому магнітному полі, яке адіабатично змінюється від значення $H = H_0$ до нуля. Знайти зміну температури ΔT ; пояснити знак ефекту.

23. Статистична сума деякої системи рівна $Z = \rho_0 V T^4$. Знайти c_p / c_v .

24. Знайти енергію ідеального класичного газу.

24-25. Знайти c_v в змінних T, μ, V .

26. Використовуючи рівняння Гіббса, отримати наступні рівняння: 1) ймовірність того, що швидкість в частинки лежить в інтервалах $[v_x, v_x + dx], [v_y, v_y + dy], [v_z, v_z + dz]$;

2) ймовірність того, що модуль швидкості лежить в $[v, v + dv]$;

3) ймовірність того, що енергія для \forall частинки лежить в інтервалі $[\varepsilon, \varepsilon + d\varepsilon]$.

26-27. Використовуючи р-ня попередньої задачі, знайти наступні величини:

а) \bar{v}^n ; б) \bar{v}, \bar{v}^2 ; в) v_0 -найбільш ймовірне значення частинки.

27-28. Знайти $\bar{\varepsilon}$ і найбільш ймовірну енергію частинки ε_0 .

28. Як зміниться р-ня Максвелла якщо система буде здійснювати рух як ціле із швидкістю \bar{u} .

28. Використовуючи р-ня Гіббса, знайти для ідеального газу, поміщеного в зовнішнє потенціальне силове поле $U(x, y, z)$, ймовірність того, що координати \forall частинки газу будуть лежати в інтервалах $[v_x, v_x + dx], [v_y, v_y + dy], [v_z, v_z + dz]$.

29. Знайти центр мас стовпа ідеального газу в однорідному полі тяжіння, якщо прискорення вільного падіння g , маса молекули m , температура газу T .

29. Визначити теплоємність системи, що складається із N незалежних 2-вимірних осциляторів, має $(n+1)$ істотно вироджені рівні енергії. $\varepsilon_n = (n+1)\hbar\omega, n = 0, 1, \dots$

30. Потенціальна енергія електрона всередині метала менша енергії поза металом на величину $W = e\phi$. Визначити густину струму термоелектронної емісії. Концентрація електронів в металі n_0 , маса - m .

30. Ідеальний газ, який складається з N молекул, знаходиться в посудині об'ємом V . Визначити цмовірність того, що в заданому об'ємі V_0 ($V_0 \ll V$) в даний момент буде міститись n молекул.

Розглянути випадки: а) $n \ll N$; б) $n \gg 1, \Delta n \ll \bar{n}$.

31-33. Определить E, S, P и C_v для следующих систем, состоящих из невзаимодействующих частиц, находящихся в объеме V : 1) одноатомный газ; 2) двухатомный газ при заторможенных колебаниях атомов (жесткий ротор); 3) двухатомный идеальный газ с учетом колебаний атомов в молекуле (просмотреть случай низких температур).

33-34. Определить для равновесного излучения величины C_v, F, S, H, Φ, C_p .

34. Используя результаты зад.5 вычислить $\overline{\Delta n^2}$ предполагая, что в 1 в среднем вылетает n_0 электронов.

35. Каждый атом газа излучает монохроматичный свет с длиной волны λ_0 и интенсивностью I_0 . Найти интенсивности излучения газа, состоящего из N атомов, как функцию λ .

35-36. Найти положения уровня Ферми в собственном полупроводнике, если ширина запрещенной зоны с изменением температуры изменяется по закону $E_g = E_g^0 - \xi T, T > 0$.

36-37. Определить флуктуацию числа частиц идеальных газов: а) Больцмана; б) Ферми-Дирака; в) Бозе-Ейнштейна.

37. Определить среднюю энергию и молярную теплоемкость идеального газа состоящего из N двухатомных молекул с учётом анпарционизма колебаний атомов молекуле.

37-38. Определить тензор электропроводимости для электронов в металле в однородных ел. и магнитных полях.

38-39. При термоэлектронной эмиссии электроны вылетают из поверхности металла или п/п. Если припустить что: а) вылет электронов статически независимые события; б) вероятность вылета одного электрона за малый промежуток времени dt равняется $\lambda dt (\lambda = const)$. Найти вероятность вылета электронов за время t .

39-40. Атомы в 2-х атомній молекулі взаємодіють по закону $U(r) = A/r^{12} - B/r^6 (A, B > 0)$. Визначити коеф. розширення молекули.

40-41. Довести, що із трьох змінних A, B, C є диференційованою ф-ю двух інших, які розглядають незалежні співвідношення:

$$а) (\partial A / \partial B)_C (\partial B / \partial C)_A (\partial C / \partial A)_B = -1; \quad б) (\partial A / \partial C)_B = 1 / (\partial C / \partial A)_B.$$

41. Використовуючи р-ня порахувати p, ρ та C_v плазми $E = -T^2 \partial / \partial T (F/T)_V$.

41-42. Яма може знаходитися в 2-х квантових станах з енергіями 0 і ε кратності вироджених станів g_1 та g_2 .

43-44. Определить энтропию вещества, которое подчиняется уравнениям $V = V_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$; $\varepsilon_n = (n + 1) \hbar \omega$ $(\partial V / \partial p)_T = 0$; $G = const$.

44-45. Определить, на сколько отличается тепловой эффект реакции образования одного моля водяного шара при постоянном давлении от эффекта той же реакции, если она проходит без совершения внешней работы.

45-47. Найти уравнение адиабаты для вещества, уравнение состояния которого имеет вид:
 $p = p_0(1 + \alpha T - \beta V), C_v = const$.

47-49. Основной причиной понижения температуры с высотой в атмосфере является адиабатное расширение восходящих потоков воздуха. Найти изменение температуры с высотой; использовать при этом уравнение адиабаты идеального газа.

49-50. Показать, что атмосфера с темп. градиентом, меньшим или большим градиента, найденного в предыдущей задаче.

50. Определить уравнение адиабаты реального газа.

51. Найти изменение энтропии тела в случае его расширения при постоянном давлении.

51-53. Определить скорость звуковой волны, распространяющийся в реальном газе, который подчиняется уравнению Ван-дер-Ваальса $(p + a/V^2)(V - b) = RT$.

53-54. Найти разность $C_p - C_v$ для газа подчиняющегося уравнению состояний типа Ван-дер-Ваальса.

54. Математический маятник совершает гармонические колебания по закону $\varphi = \varphi_0 \cos(2\pi t/T)$; $T = 2\pi\sqrt{l/g}$. Найти вероятность того, что при случайном измерении угла отклонения φ , маятника этого значения будет лежать в интервале $[\varphi, \varphi + d\varphi]$.

55-56. Доказать, что если каждая из трёх переменных A, B, C является дифференцируемой ф-и двух других, рассматриваемых как независимые, то выполняются соотношения:

$$а) (\partial A / \partial B)_C (\partial B / \partial C)_A (\partial C / \partial A)_B = 1; \quad б) (\partial A / \partial C)_B = 1 / (\partial C / \partial A)_B.$$

56. Найти: а) V^n при $n > -2$; б) $\overline{V^2}, \overline{V}$; в) V_0 (наиболее вероятное значение скорости).

57. Идеальный газ, состоящий из N молекул, находится в сосуде V. Определить вероятность того, что в заданном объёме V_0 в данный момент будет содержаться молекул n. Рассмотреть предельные случаи: а) $n \ll N$; б) $n \ll 1$; $\Delta n \ll \bar{n}$.

58. Найти $\bar{\varepsilon}$ и наиболее вероятное значение кинетической энергии частиц ε_0 . Объяснить причину их несовпадения.

58-59. Найти энтропию и внутреннюю энергию вещества в электр. поле если его свободная энергия равна $F = F_0 - (\varepsilon - 1)VE^2 / (8\pi)$.

60-61. Система имеет невырожденный энергетический спектр $\varepsilon_l = l\varepsilon$; $l=0,1,2$. Определить среднюю энергию такой системе.

61. Определить теплоёмкость системы состоящей из N независимых двумерных осцилляторов, каждый из которых обладает $(n+1)$ кратно вырожденный уравнениями энергии $\varepsilon_n = (n+1)\hbar\omega$ $n=0,1,\dots$

LONG

1. Знайти енергію ідеального класичного газу.
2. Знайти тиск стінки циліндра радіуса R висотою h , газу, що міститься у цьому циліндрі, що обертається зі швидкістю V .
3. $w(x)$ -ф-я розподілу. Знайти явний вигляд $w(x)$, якщо вона відповідає майже власній ентропії Больцмана $C_v < x_{\text{сеп}}^2 > = a^2$.
4. Знайти S для розподілу $w(x) = C \exp(-x^2 / 2S^2)$.
5. Знайти ентальпію для ідеального газу(класичного).
6. Ідеальний газ, що складається з N_0 молекул, знаходиться в посудину з V_0 . Знайти ймовірність того що в малому об'ємі в деякий момент часу знаходиться n молекул.
7. Знайти ентропію гармонічного осцилятора з резонансною частотою ω_0 і темп. T .
8. Знайти флуктуації тиску в однорідній системі, яка знаходиться в термостаті і показати, що для стійкості стану системи необхідно, щоб $(\partial P / \partial V)_S < V$.
9. Дано $S = S_0 + \rho_0 B \ln(T^3 V)$; $V = \text{const}$; $\Delta T - ?$; $\Delta p - ?$
10. Якщо $p(V - b) = RT e^{-a/RT}$; $(\partial T / \partial p)_H - ?$
11. Дано систему з n осциляторів знайти C_v , якщо рівні енергії $E_n = b(n+1)$ і ступінь виродження $n+1$.