1. *Одномерная модель Изинга.* N спинов (стрелочек, имеющих только два возможных положения — вверх и вниз) выстроились в линию. Каждый спин взаимодействует только с двумя ближайшими соседями, причём для параллельных спинов энергия этого взаимодействия на ε меньше, чем для антипараллельных. Вычислите статсумму для такой системы. Найдите в термодинамическом пределе ($N \to \infty$) среднюю энергию при температуре T и теплоёмкость. Для устранения краевых эффектов, замкните цепочку в кольцо.

2. Вычислите статсумму для идеального одноатомного газа. Получите из неё уравнение Менделеева—Клапейрона и теплоёмкость.

3. Вычислите большую статсумму для идеального одноатомного газа. Получите из неё уравнение Менделеева—Клапейрона и теплоёмкость.

4. Найдите уравнение состояния для идеального газа частиц, для которых энергия и импульс связаны соотношением $E = pc$.

5. *Распределение Бозе—Эйнштейна.* Применив большое каноническое распределение, найдите среднее число частиц, находящихся в тепловом равновесии в определённом состоянии с энергией E. Частицы неразличимы.

6. *Распределение Ферми—Дирака.* Решите предыдущую задачу для неразличимых частиц, подчиняющихся принципу Паули.

7. Найдите распределение молекул газа по скоростям. Чему равна наиболее вероятная скорость?

8. Найдите распределение молекул газа по кинетическим энергиям. Чему равна наиболее вероятная энергия?

9*. Выразите наиболее вероятную энергию через наиболее вероятную скорость. Объясните результат.

10. Найдите среднюю энергию молекул, вылетающих в маленькую дырочку в стенке сосуда с газом при температуре T.

11*. Молекулы газа, поднимаясь вверх в поле тяжести, уменьшают свою скорость. Поэтому в сосуде с газом вблизи потолка средняя скорость молекул (а значит и температура) должна быть меньше, чем вблизи пола. Второе начало термодинамики, однако, требует равенства температур в состоянии теплового равновесия во всех точках системы. Как разрешить это противоречие?

12*. Покажите, что существует единственное распределение по скоростям, при котором не возникает противоречия в предыдущей задаче — распределение Максвелла.

13. На какой максимальной высоте можно сварить яйцо в открытой кастрюле? Белок свёртывается при температуре 80°C.

14. Вблизи поверхности Земли концентрация аргона ^{40}Ar составляет 0,9%. Какой была бы концентрация аргона на высоте, где давление воздуха падает в 10 раз, если бы атмосфера была равновесной и изотермической?

15. Для газа в сферическом сосуде вычислите добавку к теплоёмкости C_v, обусловленную наличием поля тяжести.

16*. Для определения числа Авогадро Ж. Перрен измерял распределение по высоте шарообразных частиц гуммигута, взвешенных в воде. Он нашёл, что отношение числа частиц в слоях, отстоящих друг от друга на расстояние $l = 30$ мкм по высоте равно $\alpha = 2{,}08$. Плотности частиц $\rho = 1{,}194$ г/см^3, воды $\rho_0 = 1$ г/см^3. Радиусы частиц $r = 0{,}212$ мкм. Температура воды $t = 18°C$. Вычислите из этих данных число Авогадро.