

1. *Релятивистский идеальный газ.* Рассмотрим одномерную систему из  $N$  частиц размером  $L$  с гамильтонианом

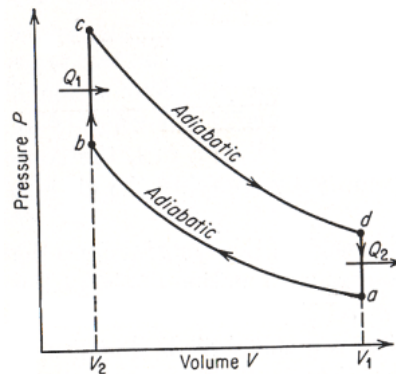
$$H = \sum_{i=1}^N c|p_i| \quad (1)$$

В микроканоническом ансамбле получить выражения для энтропии и температуры системы, в виде функций от ее энергии и размера. В каноническом ансамбле определить среднюю энергию и энтропию при фиксированной температуре. Найти уравнение состояния.

2. *Ансамбль двухуровневых систем.* Рассмотрим систему невзаимодействующих  $N$  частиц, каждая из которых может находиться в двух состояниях. Энергию низшего состояния положим равной нулю, энергию возбужденного состояния будем считать равной  $\epsilon$ . Найти среднюю энергию системы при фиксированной температуре и определить зависимость теплоемкости от температуры.

3. *Тепловое взаимодействие между двумя системами.* Рассмотрим две системы, А и В, которые вначале находились при температурах  $T_A$  и  $T_B$ . Пусть их объемы не изменяются, а теплоемкости не зависят от температуры и равны  $C_A$  и  $C_B$ . Системы приводятся в контакт друг с другом, обмениваются теплом при сохранении суммарной энергии и достигают равновесия при некоторой температуре  $T$ . Найти конечную температуру, изменения энтропий каждой из систем и изменение полной энтропии составной системы.

4. *Коэффициент полезного действия бензинового двигателя.* Рассмотрим рабочий цикл изображенный на рисунке. Участок  $bc$  соответствует возрастанию давления за счет взрыва рабочей смеси,  $da$  — конечному охлаждению при постоянном объеме.



Пусть рабочим телом является идеальный газ с теплоемкостью при постоянной объеме  $C_V$ . Определить коэффициент полезного действия такого двигателя и сравнить его с кпд цикла Карно.

5. *Упругие свойства резины.* Резиновый стержень при температуре  $T$  жестко закреплен одним своим концом, а ко второму концу подвешен груз весом  $W$ . Предположим, что стержень состоит из полимерных цепочек, образованных из  $N$  звеньев, концы которых соединены между собой. Длина каждого звена  $a$ , звено может быть ориентировано параллельно или антипараллельно вертикальному направлению. Получить выражение для средней длины стержня  $L$  в зависимости от  $W$ , пренебрегая весом звеньев и любыми взаимодействиями между ними.