1. N молекул идеального газа занимают объём V при температуре T. Вычислите энтропию. Как изменится энтропия, при одновременном увеличении N и V в два раза?

2*. *Парадокс Гиббса.* Сосуд объёма $2V$ разделён перегородкой на две равные части. В половинках сосуда находится по одному молю различных газов при одинаковой температуре T. Как изменится энтропия системы, если перегородку быстро убрать и дать газам перемешаться? Изменится ли ответ, если газы одинаковы?

В задачах 3–9 предполагается, что кроме указанных в условии предметов вы можете использовать что угодно и как угодно с единственным ограничением: по окончании всех процессов всё дополнительно принесённое должно находиться в том же самом равновесном состоянии, что и в начале.

3. Какую максимальную работу можно получить, имея два одинаковых железных куба с температурами T_1 и T_2. Теплоёмкость каждого куба не зависит от температуры и равна c.

4. Имеется три одинаковых железных куба. Один куб имеют температуру 100°C, а два других — по 200°C. До какой максимальной температуры можно нагреть один из них? Зависимостью теплоёмкости железа от температуры можно пренебречь.

5. Какую максимальную работу можно получить, имея килограмм льда при температуре 0°C и океан при температуре 27°C? Для плавления льда требуется 330 кДж/кг, а для нагревания воды 4,2 кДж/(кг·°C).

6. Какую максимальную работу можно получить, имея сосуд объёма 2 л, разделённый перегородкой на две равные части, заполненные гелием до давлений 1 атм и 3 атм. После завершения экспериментов весь газ должен находится внутри сосуда.

7*. Какую максимальную работу можно получить, имея сосуд объёма 2 л, разделённый перегородкой на две равные части. В половинках находятся соответственно азот и гелий при одинаковых условиях: $P = 1$ атм, $V = 1$ л, $T = 300$ К. После завершения экспериментов весь газ должен находится внутри сосуда.

8. Сосуд объёма 2 л заполнен смесью равных количеств азота и гелия ($P = 1$ атм, $T = 300$ К). Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы разделить смесь газов и добиться ситуации, описанной в предыдущей задаче?

9. Гелий, первоначально находившийся в сосуде объёмом 20 л при давлении 1 атм продиффундировал наружу. Найдите изменение энтропии гелия и минимальную работу, которую нужно затратить, чтобы собрать из атмосферы в сосуд такое же количество гелия. В обычном воздухе на 1 атом гелия приходится 10^7 молекул других газов.

Среднеквадратичной флуктуацией ΔA величины A будем называть корень из среднего квадрата её отклонения от среднего значения:

$$\Delta A = \sqrt{\overline{(A - \bar{A})^2}}$$

Относительной флуктуацией будем называть отношение $\Delta A/A$.

10. Докажите, что $(\Delta A)^2 = \overline{A^2} - \bar{A}^2$.

11. Разделим мысленно на две равные половины сосуд, содержащий N молекул газа. Найдите относительную флуктуацию числа частиц в одной половине.

12. Два одинаковых куба, теплоёмкостью c каждый, находятся в тепловом равновесии друг с другом. Найдите относительную флуктуацию температуры одного из кубов.

13. Горизонтальный теплоизолированный цилиндр с неким веществом закрыт с одной стороны поршнем. Снаружи находится среда с постоянными давлением P_0 и температурой T_0. Найдите флуктуацию объёма вещества в цилиндре и среднюю кинетическую энергию тепловых колебаний поршня.