

Хотя выбор температурной шкалы на этом этапе рассуждений совершенно произволен, можно ввести абсолютную шкалу, которая будет обоснована при введении второго закона термодинамики. Далее мы всюду будем пользоваться абсолютной или стоградусной температурной шкалой.

Абсолютная температура будет обозначаться через T . Для построения *эмпирической* температурной шкалы можно воспользоваться газовым *термометром*. Произвольную температурную шкалу θ можно преобразовать в абсолютную T с помощью соотношения

$$\frac{T}{T_0} = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{(pV)_\theta}{(pV)_{\theta_0}}, \quad T_{\text{тройной точки воды}} = 273,16^\circ \text{K} \quad (1.9)$$

(см. гл. 2, задача 37). Стоградусная температурная шкала (шкала Цельсия) определяется соотношением

$$0^\circ\text{C} = 273,15^\circ \text{K}.$$

§ 10. Теплоемкость. Удельная теплоемкость

Пусть системе квазистатически сообщается количество тепла $d'Q$. Предположим, что это осуществляется с помощью такого процесса, который, сохраняя постоянной величину x , увеличивает температуру системы на dT ; тогда величину

$$C_x = \frac{d'Q}{dT} \quad (1.10)$$

будем называть *теплоемкостью* системы для такого процесса. Теплоемкость, приходящаяся на единицу массы системы, называется *удельной теплоемкостью*. Теплоемкость одного моля вещества называется *молярной* или *молекулярной теплоемкостью*.

Так как величина $d'Q$ зависит от процесса, то она становится функцией состояния, только когда процесс (или параметр x) определен. Примеры: *теплоемкость при постоянном давлении* (изобарическая теплоемкость) C_p , *удельная теплоемкость при постоянном давлении* (изобарическая удельная теплоемкость) c_p , *теплоемкость при постоянном объеме* (изохорическая теплоемкость) C_V , *удельная теплоемкость при постоянном объеме* (изохорическая удельная теплоемкость) c_V . Можно формально определить величину $C_{\text{ад}} (= 0)$ для адиабатического процесса и $C_{\text{изот}} (= \infty)$ для изотермического процесса.

ОТСТУПЛЕНИЕ 2

«Почему мы топим зимой?»

Песпециалист ответит: чтобы сделать комнату теплее; изучающий термодинамику выразится, возможно, таким образом: «Чтобы подвести

недостающую энергию». В таком случае правым окажется неспециалист, а не физик.

В соответствии с фактическим положением вещей предположим, что давление воздуха в комнате всегда равно атмосферному. В обычных обозначениях энергия единицы массы воздуха в комнате равна (аддитивной константой пренебрегаем)

$$u = c_v T$$

и, следовательно, энергия единицы объема равна

$$u^1 = c_v \rho T,$$

или, учитывая уравнение состояния $p/\rho = RT$,

$$u^1 = \frac{c_v p}{R}.$$

Для воздуха при атмосферном давлении

$$u^1 = 0,0604 \text{ кал/см}^3.$$

Следовательно, количество энергии в комнате не зависит от температуры и целиком определяется показанием барометра. Вся энергия, которую мы вводим в комнату при отоплении, уходит через поры в стенах наружу.

Я приношу бутылку красного вина из холодного погреба, и она принимает температуру теплой комнаты. Она становится теплее, однако внутренняя энергия ее увеличивается за счет наружного, а не комнатного воздуха.

Почему же все-таки мы топим? По той же самой причине, по которой жизнь на Земле была бы невозможна без солнечного излучения. При этом дело заключается не в падающей энергии. Последняя будет снова излучена вплоть до пренебрежимо малой доли, подобно тому как человек не меняет своего веса, несмотря на принятие пищи. Условия нашего существования требуют известной температуры, и чтобы ее поддерживать, используется не увеличение энергии, а понижение энтропии.

Будучи студентом, я с пользой прочел небольшую книгу Ф. Вальда «Царица мира и ее тень». Имелась в виду энергия и энтропия. Достигнув более глубокого понимания, я пришел к выводу, что их надо поменять местами. В гигантской фабрике естественных процессов принцип энтропии занимает место директора, который предписывает вид и течение всех сделок, в то время как закон сохранения энергии играет лишь роль бухгалтера, который приводит в равновесие дебет и кредит.

Р. Эмден

Приведенная выше заметка была опубликована в английском журнале «Природа» [1]. Она показалась А. Зоммерфельду настолько интересной, что он счел нужным привести ее в своем учебнике [2]. Р. Эмден известен своими работами по астрофизике и метеорологии, в частности своей статьей «Термодинамика небесных тел» в [3].

§ 11. Уравнение состояния

Существование уравнения состояния. Для однозначного определения термически равновесного состояния системы обычно достаточно задать значения нескольких функций состояния. Например, термически равновесное состояние простого газа или жидкости определяется только двумя переменными: давлением p