

тепла, а самый процесс передачи энергии в форме тепла привыкли именовать другим словом — «теплообмен». В этом обстоятельстве мы опять сталкиваемся с досадным пережитком некогда господствовавшей теории теплорода. Уступая этой привычке, которую, впрочем, нет основания особо культивировать, вышеприведенное определение тепла можно перефразировать, например, так: процесс работы и «теплообмен» (лучше бы говорить «тепло-процесс») являются двумя единственно возможными, с точки зрения термодинамики, формами передачи энергии, а количество работы и количество тепла являются мерами энергии, передаваемой в указанных формах.

Обратимся теперь к вопросу о различии понятий *формы движения* и *виды энергии*. Вид энергии — это термин физики, понятие о формах движения — понятие более широкое, философское. Физика изучает наиболее простые, низшие формы движения; в физиологии, в биологии мы имеем дело с более сложными, «высшими» формами движения, в социальных науках — с еще более сложными формами движения. Но и в пределах физики понятие о различных физических формах движения является, мне кажется, вообще говоря, более широким, чем представление о видах энергии, что не исключает того, что в некоторых частных случаях эти понятия могут почти совпадать. Например, у Энгельса мы нередко встречаем почти как синонимы: «механическое молярное движение» и «механическая энергия».

Как правило, той или иной форме движения соответствует особый вид энергии, но тем не менее эти понятия неравнозначны. Возьмем хотя бы неупорядоченное молекулярное движение (тепловое движение). Ему соответствует особый вид энергии — внутренняя энергия. Однако нельзя ограничить характеристику теплового движения в каком-либо теле указанием величины одной лишь внутренней энергии этого тела. Во-первых, если рассматриваемое тело не является идеальным газом, то нужно указать отдельно величины составляющих внутренней энергии — молекулярно-кинетической и молекулярно-потенциальной энергии; во-вторых, что в особенности важно, нужно указать значение энтропии тела.

2.7. Классификация видов энергии

В любом курсе физики можно встретить множество рассуждений и пояснений, касающихся превращения одних видов энергии в другие. Тем не менее в нашей учебной и научной литературе далеко не всегда встретишь правильно построенную классификацию видов энергии. Дело в том, что когда строят одну классификацию видов энергии для всех наук, то такая классификация неизбежно оказывается сбивчивой и методически неверной. Вряд ли можно оспаривать, что в различных науках, вследствие неодинаковых целей и вследствие различных методов, следует по-разному классифицировать виды энергии.

Например, в *механике* важно различать следующие виды энергии: 1) энергию движения тел (сюда относятся: энергия поступательного движения, энергия вращательного движения, энергия колебательного движения); 2) энергию положения тел в поле сил (сюда относятся: потенциальная энергия в поле тяготения, в поле электрических сил, в поле магнитных сил); 3) энергию упругой деформации тел (деформация растяжения, сжатия, сдвига).

Иначе мы должны классифицировать энергию в *термодинамике*. Здесь мы различаем: 1) внешнюю энергию тел и 2) внутреннюю энергию тел. В понятие внешней энергии входят: а) энергия движения тела как целого, б) энергия положения тела в поле сил с той оговоркой, что термодинамическое состояние тела при перемещении в поле сил не изменяется. Если же термодинамическое состояние тела при перемещении тела в поле сил изменяется, то определенная часть энергии положения уже будет входить в состав внутренней энергии тела.

Внутреннюю энергию тела в термодинамике разбивают на две чисто термодинамические составляющие: на связанную энергию и на свободную энергию, причем мерой связанной энергии является теплота, отдаваемая в изотермическом процессе; мерой свободной энергии является работа, производимая телом при изотермическом процессе.

Наконец, иную, третью классификацию мы должны принять в *прикладной физике*. Здесь мы вправе различать: 1) механическую энергию, 2) потенциальную энергию тяжести, 3) внутреннюю энергию нагретых тел, 4) акустическую энергию, 5) лучистую энергию (подразделяя ее на энергию света, энергию теплового излучения, фотохимическую энергию, энергию рентгеновских лучей, энергию космических лучей), 6) электрическую энергию, подразделяя ее на энергию зарядов и тока, и 7) энергию магнитную.

Далее следовало бы указать классификацию видов энергии с точки зрения *теоретической физики*. В сравнении с другими эта классификация должна иметь большой философский интерес. Но вопрос не легок, и разрешение его, мне думается, неизбежно сопряжено с дискуссией по основным вопросам теоретической физики. Дело в том, что вследствие закона пропорциональности энергии и массы физико-теоретическая классификация видов энергии должна быть как-то сопряжена с классификацией «видов массы», т. е. должна учитывать возможные различия в *происхождении* массы элементарных частиц (протонов, электронов, позитронов, нейтронов, фотонов).

Наконец, практически важна *техничко-экономическая классификация* видов энергии. В этой классификации с наибольшей ясностью должно быть отражено отношение человека к природе. Ее схема такова: 1) энергия солнечной радиации, 2) гидравлическая энергия (в широком смысле этого слова, включая сюда энергию прибоев), 3) энергия ветра, 4) энергия топлива, 5) механическая энергия, 6) внутренняя энергия пара и сжатых газов, 7) химическая энергия (в частности, энергия взрывчатых веществ), 8) электрическая энергия, 9) мускульная энергия людей и животных.

2.8. Внутренняя энергия

Что представляет собой внутренняя энергия тела? В слабо сжатых газах, где взаимодействие между молекулами проявляется лишь при соударении молекул, внутренняя энергия складывается главным образом из энергии *поступательного* и *вращательного* движения молекул, во-первых, и из внутриатомной энергии, во-вторых. Кинетическая энергия молекул и внутриатомная энергия от плотности газа почти не зависят и *являются функцией одной лишь температуры*. При одинаковой температуре средняя энергия поступательного движения молекул для всех газов (независимо от их химической природы) одинакова. Это замечание является следствием *закона равномерного распределения энергии по степеням свободы*, установленного Максвеллом в 1860 г.

Под *числом степеней свободы* подразумевают *число независимых движений* (или, что то же, *число координат*, которые определяют положение тела в пространстве). Каждый атом одноатомного газа (аргона, гелия и т. д.) имеет три степени свободы соответственно трем независимым движениям в направлении трех взаимно перпендикулярных координатных осей. Каждая молекула двухатомного газа (водорода, кислорода, азота и т. д.) имеет пять степеней свободы, так как, помимо трех поступательных движений, она может испытывать еще два вращательных движения вокруг двух взаимно перпендикулярных осей. (Вращение двухатомной молекулы вокруг третьей продольной оси, на которой лежат оба атома, не должно приниматься в расчет. Формально оно не должно приниматься в расчет потому, что при вращении вокруг этой продольной оси, являющейся осью полной симметрии, положение молекулы в пространстве, определяемое геометрическим очертанием молекулы, не изменяется. С физической же точки зрения оно не