**Развитие представлений о природе тепловых явлений и свойств макросистем**

Вокруг нас происходят явления, внешне весьма косвенно связанные с механическим движением. Это явления, наблюдае­мые при изменении температуры тел, представляющих собой макросистемы, или при переходе их из одного состояния (например, жидкого) в другое (твердое либо газообразное). Та­кие явления называются *тепловыми.* Тепловые явления играют огромную роль в жизни людей, животных и растений. Измене­ние температуры на 20—30° С при смене времени года меняет все вокруг нас. От температуры окружающей среды зави­сит возможность жизни на Земле. Люди добились относитель­ной независимости от окружающей среды после того как научи­лись добывать и поддерживать огонь. Это было одним из вели­чавших открытий, сделанных на заре развития человечества.

История развития представлений о природе тепловых явле­ний — пример того, каким сложным и противоречивым путем постигают научную истину.

Многие философы древности рассматривали огонь и связан­ную с ним теплоту как одну из стихий, которая наряду с землей, водой и воздухом образует все тела. Одновременно предприни­мались попытки связать теплоту с движением, так как было за­мечено, что при соударении тел или трении друг о друга они нагреваются.

Первые успехи на пути построения научной теории теплоты относятся к началу XVII в., когда был изобретен термометр, и появилась возможность количественного исследования тепловых процессов и свойств макросистем.

Вновь был поставлен вопрос о том, что же такое теплота. На­метились две противоположные точки зрения. Согласно одной из них — *вещественной теории тепла,* теплота рассматривалась как особого рода невесомая "жидкость", способная перетекать из од­ного тела к другому. Эта жидкость была названа теплородом. Чем больше теплорода в теле, тем выше температура тела.

Согласно другой точке зрения, *теплота — это вид внутрен­него движения частиц* тела. Чем быстрее движутся частицы тела, тем выше его температура.

Таким образом, представление о тепловых явлениях и свойст­вах связывалось с атомистическим учением древних философов о строении вещества. В рамках таких представлений теорию тепла первоначально называли *корпускулярной,* от слова "корпускула" (частица). Ее придерживались ученые: Ньютон, Гук, Бойль, Бернулли.

Большой вклад в развитие корпускулярной теории тепла сде­лал великий русский ученый М.В. Ломоносов. Он рассматривал теплоту как вращательное движение частиц вещества. С помо­щью своей теории он объяснил в общем процессы плавления, испарения и теплопроводности, а также пришел к выводу о су­ществовании "наибольшей или последней степени холода", ко­гда движение частичек вещества прекращается. Благодаря рабо­там Ломоносова среди русских ученых было очень мало сторон­ников вещественной теории теплоты.

Но все же, несмотря на многие преимущества корпускуляр­ной теории теплоты, к середине XVIII в. временную победу одержала теория теплорода. Это произошло после того как экс­периментально было доказано сохранение теплоты при теплооб­мене. Отсюда был сделан вывод о сохранении (неуничтожении) тепловой жидкости — теплорода. В вещественной теории было введено понятие теплоемкости тел и построена количественная теория теплопроводности. Многие термины, введенные в то время, сохранились и сейчас.

С помощью корпускулярной теории теплоты не удалось по­лучить столь важные для физики количественные связи между величинами. В частности, не удалось объяснить, почему теплота сохраняется при теплообмене. В те времена не была ясна связь между механической характеристикой движения частиц — их кинетической энергией и температурой тела. Понятие энергии еще не было введено в физику. Поэтому, вероятно, на основе корпускулярной теории не могли быть достигнуты в XVIII в. те немалые успехи в развитии теории тепловых явлений, какие да­ла простая и наглядная теория теплорода.

К концу XVIII в. вещественная теория теплоты начала сталкиваться со все большими трудностями и к середине XIX в. потерпела полное и окончательное поражение. Большим числом разнообразных опытов было показано, что "тепловой жидкости" не существует. При трении можно получить любое количество теплоты: тем больше, чем более длительное время совершается операция трения. С другой стороны, при совер­шении работы паровыми машинами пар охлаждается и теплота исчезает.

В середине XIX в. была доказана связь между механической работой и количеством теплоты. Подобно работе количество те­плоты оказалось мерой изменения энергии. Нагревание тела связано не с увеличением в нем количества особой невесомой "жидкости", а с увеличением его энергии. Принцип теплорода был заменен гораздо более глубоким законом сохранения энер­гии. Было установлено, что теплота представляет собой форму энергии.

Значительный вклад в развитие теорий тепловых явлений и свойств макросистем внесли немецкий физик Р. Клаузиус (1822—1888), английский физик-теоретик Дж. Максвелл, авст­рийский физик Л. Больцман (1844—1906) и другие ученые.

**Молекулярно-кинетическая теория строения и тепловых свойств вещества.**

Открытие закона сохранения энергии способствовало разви­тию двух качественно различных, но взаимно дополняющих ме­тодов исследования тепловых явлений и свойств макросистем:

*термодинамического и статистического (молекулярно-кинетического).* Первый из них лежит в основе *термодинамики,* второй — *молекулярной физики.*

Одновременно с созданием термодинамических методов ис­следования развивались и корпускулярные представления тепло­вых свойств макросистем, в соответствии с которыми ставилась задача объяснения всех процессов, происходящих с макросисте­мами, на основе предположения о том, что вещество состоит из атомов или молекул, движение которых подчиняется законам Ньютона.

К концу XIX в. была создана последовательная теория пове­дения больших общностей атомов и молекул — *молекулярно-кинетическая теория,* или *статистическая механика.* Многочис­ленными опытами была доказана справедливость этой теории.

Процессы, изучаемые *молекулярной физикой,* являются ре­зультатом совокупного действия огромного числа молекул. По­ведение громадного числа молекул анализируется с помощью статистического метода, который основан на том, что свойства макроскопической системы в конечном результате определяются свойствами частиц систем, особенностями их движения и усред­ненными значениями кинетических и динамических характери­стик этих частиц (скорости, энергии, давления и т. д.). Напри­мер, температура тела определяется скоростью беспорядочного движения его молекул, но так как в любой момент времени раз­ные молекулы имеют различные скорости, то она может быть выражена только через среднее значение скорости движения молекул. Нельзя говорить о температуре одной молекулы. Мак­роскопические характеристики тел имеют физический смысл лишь в случае большого числа молекул.

В настоящее время в науке и технике широко используются как термодинамические, так и статистические методы описания свойств микросистемы.

В основе молекулярно-кинетических представлений о строении и свойствах макросистем лежат три положения:

•*любое тело — твердое, жидкое или газообразное — состоит из большого числа весьма малых частиц — молекул (атомы можно рассматривать как одноатомные молекулы);*

•*молекулы всякого вещества находятся в беспорядочном, хао­тическом, не имеющем какого-либо преимущественного на­правления движении;*

•*интенсивность движения молекул зависит от температуры вещества.*

Тепловые процессы связаны со строением вещества и его внутренней структурой. Например, нагревание кусочка парафи­на на несколько десятков градусов превращает его в жидкость, а такое же нагревание металлического стержня заметно не влияет на него. Такое различное действие нагревания связано с разли­чием во внутреннем строении этих веществ. Поэтому исследова­ние тепловых явлений можно использовать для выяснения об­щей картины строения вещества. И, наоборот, определенные представления о строении вещества помогают понять физическую сущность тепловых явлений, дать им глубокое наглядное истолкование.

Свойства и поведение макросистем, начиная от разреженных газов верхних слоев атмосферы и кончая твердыми телами на Земле, а также сверхтвердыми ядрами планет и звезд, определя­ются движением и взаимодействием друг с другом частиц, из ко­торых состоят все тела: молекул, атомов, элементарных частиц.

Непосредственным доказательством существования хаотиче­ского движения молекул служит броуновское движение, которое заключается в том, что весьма малые (видимые только в микро­скоп) взвешенные в жидкости частицы всегда находятся в со­стоянии непрерывного, беспорядочного движения, не зависящего от внешних причин, и оказывается проявлением внутреннего движения, совершаемого под влиянием беспорядочных ударов молекул.

Количественным воплощением молекулярно-кинетических представлений служат опытные газовые законы (Бойля— Мариотта, Гей-Люссака, Авогадро, Дальтона), уравнение Кла­пейрона—Менделеева (уравнение состояния), основное уравне­ние кинетической теории идеальных газов, закон Максвелла для распределения молекул и др.

Первое положение молекулярно-кинетических представле­ний — любое тело состоит из большого числа весьма малых частиц-молекул — доказано многочисленными опытами, одновре­менно подтвердившими реальное существование молекул и атомов.

**Уравнение состояния идеального газа.**

Количественным воплощением молекулярно-кинетических представлений служат опытные газовые законы (Бойля—Мариотта, Гей-Люссака, Авогадро, Дальтона), уравнение Кла­пейрона—Менделеева (уравнение состояния), основное уравне­ние кинетической теории идеальных газов, закон Максвелла для распределения молекул и др.

Из основного уравнения молекулярно-кинетической теории вытекает важный вывод: *средняя кинетическая энергия поступа­тельного движения одной молекулы идеального газа прямо пропор­циональна его термодинамической температуре и зависит только от нее:*

*Е= (3/2)кТ*

где *k —* постоянная Больцмана; *Т —* температура.

Из данного уравнения следует, что при *Т =* 0 средняя кине­тическая энергия равна нулю, т. е. при абсолютном нуле пре­кращается поступательное движение молекул газа, а следова­тельно, его давление равно нулю. Термодинамическая темпера­тура — мера кинетической энергии поступательного движения идеального газа, а приведенная формула раскрывает молекулярно-кинетическое толкование температуры.

В молекулярно-кинетической теории пользуются идеализи­рованной моделью *идеального газа,* согласно которой:

• собственный объем молекул газа пренебрежимо мал по сравнению с объемом сосуда;

• между молекулами газа отсутствуют силы взаимодействия;

• столкновения молекул газа между собой и со стенками со­суда абсолютно упругие.

Модель идеального газа можно использовать при изучении ре­альных газов, так как в условиях, близких к нормальным (напри­мер, кислород и гелий), а также при низких давлениях и высоких температурах они близки по своим свойствам к идеальному газу. Кроме того, внеся поправки, учитывающие собственный объем мо­лекул газа и действующие молекулярные силы, можно перейти к теории реальных газов, из которой следует уравнение Ван-дер-Ваальса, описывающее состояние реального газа.

Идеальные газы подчиняются уравнению состояния Менделеева- Клапейрона:

*pV=(m/μ)RТ,*

где *p —* давление газа ; *V —* его объем; *m —* масса газа; μ *—* молярная масса; *R —* универсальная газовая постоянная *(R =* 8,31 Дж/ моль К).

Другое уровнение:

*p=nkT*,

где k=R / Nа – постоянная Больцмана; Nа – число Авогадро (Nа*=* 6,02 1023 моль-1;

*k=* 1,38 \*10-23 Дж/К), n – число молекул в единице объёма, Т – температура.

Энергия взаимодействия молекул и агрегатные состояния. Понятие о фазовых переходах.

Большую часть энергии человек использует в виде тепла. Теплота – основа энергии.

Каждая система имеет свой запас внутренней энергии.

Три основные части внутренней энергии:

суммарная кинетическая энергия – хаотическое тепловое движение атомов и молекул.

суммарная потенциальная энергия атомов и молекул между собой.

внутримолекулярная или внутриатомная энергия элементов макросистем.

Способы существования макросистем:

твёрдые тела (кристаллы).

жидкие (изотропия), аморфные твёрдые тела.

газ.

(при высокой температуре переход от твердого к газу; при низкой – наоборот; при средней переход к жидкость);

очень высокая температура – плазма.

огонь.

Ек – кинетическая энергия, Еп – потенциальная энергия.

Ек >> Еп – твёрдое;

Еп ~ Ек – жидкость;

Еп << Ек – газ.

Идеальный газ – теоретическая модель для изучения реальных газов Еп = 0.

Фаза – однородное агрегатное состояние.

Переходы между разными агрегатными состояниями – фазовые переходы.

**Понятие термодинамического равновесия и температуры.**

Температура – физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия макроскопической системы. В соответствии с решением XI Генеральной конференции по мерам и весам (1960г.) в настоящее время рекомендовано применять только две температурные шкалы – термодинамическую и Международную практическую, градуированные соответственно в кельвинах и градусах Цельсия. Анализ показывает, что 0К (абсолютный нуль) недостижим, хотя приближение к нему сколь угодно близко возможно.

Любое изменение в термодинамической системе, связанное с изменением хотя бы одного его термодинамического параметра, называется термодинамическим процессом. Макроскопическая система находится в термодинамическом равновесии, если её состояние с течением времени не меняется (предполагается, что внешние условия рассматриваемой системы при этом не изменяются).

Абсолютная температура – Т(k) = t°(c) + 273°

Состояние термодинамического равновесия – это состояние, в которое приходит макросистема при изолировании данной системы от других систем (существуют открытые и изолированные системы). Получить изолированную систему очень сложно.

Понятие температуры можно применять к изолированным системам или к системам, находящимся в стационарном состоянии. (Градисит температуры – перепад температуры.)

Термодинамическое равновесие – состояние системы, в которой тела покоятся друг относительно друга, обладая одинаковыми температурами и давлением. Достигнув этого состояния, система сама по себе из него не выходит. Значит все термодинамические процессы, приближающиеся к тепловому равновесию, необратимы.

Теплота, внутренняя энергия и работа. Первое начало (закон) термодинамики.

Внутренняя энергия – энергия теплового (поступательного, вращательного и колебательного) движения молекул и потенциальной энергией их взаимодействия.

Возможны два способа изменения внутренней энергии термодинамической системы при её взаимодействии с внешними телами: путём совершения работы и путём теплообмена.

Когда системы взаимодействуют между собой они обмениваются энергией.

Работа связана с перемещением, теплообмен связан с теплотой.

Известно, что в процессе превращения энергии выполняется закон сохранения энергии. Поскольку тепловое движение тоже механическое (только не направленное, а хаотическое), то при всех превращениях должен выполняться закон сохранения энергии не только внешних, но и внутренних движений. В этом заключается качественная формулировка закона сохранения энергии для термодинамической системы – первое начало термодинамики. *Количественная его формулировка: количество теплоты △Q, сообщенное телу, идет на увеличение его внутренней энергии △U и на совершение теплом работы △А,* т.е.

*△Q,= △U + △А.*

Q – теплота полученная макросистемой от других систем.

*△*U – изменение внутренней энергии макросистемы.

А – работа, которую совершила макросистема над другими системами.

Если отдает тепло – «- Q», если получает - « + *Q».*

Если совершает работу – «-А», если над системой – «+А».

Из первого начала термодинамики следует важный вывод: *невозможен вечный двигатель первого рода,* т.е. такой двигатель, который совершал бы работу «из ничего», без внешнего источника энергии. При наличии внешнего источника часть энергии неизбежно переходит в энергию теплового, хаотического движения молекул, что и является причиной невозможности полного превращения энергии внешнего источника в полезную работу.

Многочисленные опыты показывают, что все тепловые процессы необратимы в отличие от механического движения.

Если реализуется какой-либо термодинамический процесс, то обратный процесс, при котором проходятся те же тепловые состояния, но только в обратном направлении, практически невозможен. Другими словами, *термодинамические процессы необратимы.*

При подготовке этой работы были использованы материалы с сайта http://www.studentu.ru