

обычных температур, становятся непригодными в области очень низких температур: давление газа становится неизмеримо малым, сопротивление перестает зависеть от температуры и т. п. Поэтому здесь о температуре охлаждаемого тела судят по изменению физических свойств самого тела, например магнитных. Однако на этом пути возникают серьезные и еще не совсем преодоленные трудности, связанные с согласованием измеряемой таким образом температуры с термодинамической шкалой температур.

§ 6. Международная практическая температурная шкала

Экспериментальные трудности измерения температуры по абсолютной термодинамической шкале привели к необходимости введения *Международной практической температурной шкалы* (МПТШ). При этом преследовалась цель создания такой температурной шкалы, которую легко и быстро можно было бы использовать для калибровки научных и технических приборов и которая в то же время воспроизводила бы термодинамическую шкалу с наибольшей возможной точностью, допускаемой современной техникой измерений. Единицами температуры в этой шкале являются кельвин и градус Цельсия в зависимости от выбора начала отсчета температуры. Шкала несколько раз уточнялась. Последний раз это было сделано в 1968 г.

Международная практическая температурная шкала 1968 г. (МПТШ-68) основана на одиннадцати хорошо воспроизводимых температурных точках, которым приписаны определенные значения температуры (*первичные реперные точки*). Температуры первичных реперных точек приведены в табл. I. Между первичными реперными точками температурная шкала устанавливается с помощью *интерполяционных формул*, дающих соотношения между температурой и показаниями стандартных термометров (платиновый термометр, платинородиевая термопара, оптический пирометр), градуированных по этим точкам. Вся область температур, охватываемая Международной практической шкалой — 68, делится на ряд интервалов, в каждом из которых рекомендуются свои методы воспроизведения температур и свои интерполяционные формулы.

В интервале от 13,81 К (тройная точка водорода) до 630,74 °С (точка затвердевания сурьмы) стандартным прибором является платиновый термометр сопротивления. Весь этот интервал разбивается на пять более мелких интервалов, в каждом из которых для платинового термометра применяются свои интерполяционные формулы. (Мы не приводим их, так как они занимают довольно много места.)

Выше температуры 630,74 °С до температуры затвердевания золота (1064 °С) Международная практическая температурная шкала устанавливается с помощью платинородиевой термопары

Таблица I

Реперные точки МПТШ-68		Температура	
		К	°С
Опорная	Тройная точка H ₂ O	273,16	0,01
Первичные	Тройная точка H ₂ *)	13,81	-259,34
	Точка кипения H ₂ *) при 25/76 атм	17,042	-256,108
	Точка кипения H ₂ *)	20,28	-252,87
	Тройная точка O ₂	54,361	-218,789
	Точка кипения O ₂	90,188	-182,962
	Точка кипения H ₂ O	373,15	100
	Точки затвердевания		
	Sn	505,1181	231,9681
	Zn	692,73	419,58
	Ag	1235,08	961,93
Au	1337,58	1064,43	
Вторичные	Точка кипения ⁴ He	4,215	-268,935
	Тройная точка N ₂	63,148	-210,002
	Точка кипения N ₂	77,348	-195,802
	Точка сублимации CO ₂	194,674	-78,476
	Точка затвердевания Hg	234,288	-38,862
	Точка замерзания H ₂ O	273,15	0
	Тройная точка феноксибензина	300,02	26,87
	Точки затвердевания		
	In	429,784	156,634
	Bi	544,592	271,442
	Cd	594,258	321,108
	Pb	600,652	327,502
	Точки кипения		
	Hg	629,81	356,66
	S	717,824	444,674
	Точки затвердевания эвтектики Cu—Al	821,38	548,23
	Sb	903,89	630,74
	Al	933,52	660,37
	Cu	1357,6	1084,5
	Ni	1728	1455
	Co	1767	1494
	Pd	1827	1554
	Pt	2045	1772
	Rh	2236	1963
	Ir	2720	2447
W	3660	3387	

*) Равновесная смесь орто- и параводорода.

Примечание. За исключением температур тройных точек и температуры 17,042 К приведенные в этой таблице значения относятся к давлению в одну стандартную атмосферу.

Pt10 Rh/Pt. Если один спай термопары находится при температуре 0°C , то температура t другого спаив связана с электродвижущей силой \mathcal{E} термопары соотношением

$$\mathcal{E} = a + bt + ct^2,$$

где постоянные a , b , c вычисляются из измерений э. д. с. в точках затвердевания сурьмы, серебра и золота.

В реперных точках Международная практическая температурная шкала согласуется очень точно с термодинамической шкалой. В промежутках между ними расхождения с термодинамической шкалой настолько малы, что ими в большинстве практических измерений можно пренебречь.

Выше температуры затвердевания золота применяется оптический пирометр, проградуированный с помощью законов теплового излучения тел.

Для установления температурной шкалы в диапазоне $0,8 - 5$ К, как правило, используют измерения давления насыщенных паров гелия. Ниже $0,8$ К температура обычно определяется путем измерений либо давления паров редкого изотопа ^3He (до $0,4$ К), либо магнитной восприимчивости некоторых парамагнитных солей (\sim до 10^{-3} К).

§ 7. Законы идеальных газов

1. *Идеальными называются газы, строго подчиняющиеся законам Бойля—Мариотта и Гей-Люссака.* Эти законы выражаются уравнениями (4.1) и (4.3) при дополнительном условии, что постоянная α одинакова для всех идеальных газов. Все прочие газы называются *реальными*.

Уравнение (4.1), связывающее температуру, давление и объем идеального газа в состоянии теплового равновесия, называется его *уравнением состояния*. Входящая в это уравнение постоянная C пропорциональна массе и зависит от химической природы газа. Введем для измерения количества вещества новую единицу — *моль*, масса которой различна для различных веществ. Модем какого-либо вещества называется количество этого вещества, содержащее столько молекул, сколько атомов содержится в 12 г изотопа углерода C^{12} . Тысяча молей называется *киломодем*. Таким образом, по определению, в одном моле различных веществ содержится одно и то же число молекул. В кинетической теории газов будет показано, что для идеальных газов справедлив закон *Авогадро*. Согласно этому закону *в одинаковых объемах идеальных газов при одинаковых температуре и давлении содержится одно и то же число молекул*. Отсюда следует, что при одинаковых температурах произведение PV для одного моля различных идеальных газов имеет одно и то же значение. На этом основано измерение абсолютной величины