

Р 1.507

БУМЖИКОВ

НА ДОМ
ВЫДАЕТСЯ

ТЕРМОДИНАМИКА И ПИРОМЕТРИЯ

В фундаментальную Библиотеку
МВТУ
от автора.

СПРАВОЧНИК

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

Московского Высшего Технического Училища

и Института Народного Хозяйства им. Плеханова.

1082

Содержание: Основные сведения о температуре, объеме, давлении, коэффициентах α , β и γ , трех началах термодинамики и трех основных законах природы, научной и технической системах единиц, новой системе единиц (во Франции,—от 5 авг. 1920 г.; в Германии,—от 7 авг. 1924 г.), точных и приближенных способах измерения температур.

Приложение: Таблица плотностей, температур плавления и кипения, коэфф. расширения, аллотропических модификаций, атомных номеров, весов, названий и символов ~~всех~~ известных (к концу 1926 г.) химических элементов.



СПРАВОЧНИК ::: ПО ОСНОВАМ ::: ТЕРМОДИНАМИКИ

Инж. А. Г. Разумников

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

Московского Высшего Технического Училища
и Института Народного Хозяйства им. Плеханова.

Выпуск I-й.

Содержание: Основные сведения о температуре, объеме, давлении, коэффициентах α , β и γ , трех началах термодинамики и трех основных законах природы, научной и технической системах единиц, новой системе единиц (во Франции,—от 5 авг. 1920 г.; в Германии,—от 7 авг. 1924 г.), точных и приближенных способах измерения температур.

Приложение: Таблица плотностей, температур плавления и кипения, коэфф. расширения, аллотропических модификаций, атомных номеров, весов, названий и символов всех известных (к концу 1926 г.) химических элементов.

Москва—1926 год.

Кооператив „Наука и Просвещение“, аренд. тип. МСНХ.
Остоженка, Савеловский пер., д. 13.

I.

§ 1. Температура.

Обычное ощущение тепла и холода создает представление о температуре; на основании дополнительных условных понятий создано представление о температуре, как о некоторой величине, которая может быть выражена *числом*. Считают, что тело более теплое имеет высшую температуру, а более холодное тело низшую температуру, сравнительно с некоторой средней температурой. По *Seiferl u. Müller* (Tasch. d. medicin.-klin. Diagnostik, 276, 1910 г.), на поверхности человеческого тела можно различить отдельные пункты ощущения тепла, холода и температурного безразличия, функции которых нарушаются при некоторых болезнях: сирингомиелии, tabes etc.

§ 2. Первое начало.

Если тело A находится в контакте с двумя другими телами B и C , не находящимися в контакте друг с другом, и если все три тела находятся во взаимном тепловом равновесии: A с B и A с C , то тела B и C будут находиться во взаимном тепловом равновесии после соприкосновения друг с другом,

иначе говоря, когда тело В придет в контакт с телом С, то температура тел В и С не изменится; тела А, В, С сохраняют одну и ту же общую температуру и при всяком ином расположении.

Первый закон термодинамики утверждает, что теплота не может беспричинно появиться или исчезнуть, температура тела не может беспричинно повыситься или понизиться. Обычно, первый закон термодинамики рассматривается, как закон сохранения энергии (*R. Mayer*, *Lieb. Ann.* 42, 1, 1842 г.), в приложении последнего к процессам перехода теплоты в различные виды энергии.

§ 3. Второе начало.

Теплота переходит от более теплого тела к более холодному; при этом, если только рассматриваемые тела не меняют своего агрегатного состояния, то более теплое тело охлаждается, а более холодное нагревается.

По *Clausius*'у, *Pogg. Ann.* 81, 168, 1850 г., теплота не может сама собой переходить от более холодного к более горячему телу.

Второй закон термодинамики основан на формулированном постулате *Clausius*'а.

По *Thomson - Kelvin*'у, *Phil. Mag.* 4 (4), 1852 г., переход теплоты от более теплого к более холодному телу можно рассматривать, как стремление теплоты а также других видов энергии, к равномерному распределению, рассеянию, обесцениванию.

Согласно сопоставлениям *M. Plank'a*, *Thermodynamik*, § 113, 1921 г.:

1) механическое состояние тела определяется не только положением („высотой“), но и скоростью,

2) термическое состояние тела определяется лишь температурой,

3) тяжелое тело (груз) может также (ebensogut) подыматься, как и опускаться,

4) теплота может только „опускаться“ (nur herabsinken).

§ 4. Общий вид уравнения состояния тела.

Различают твердое, капельно-жидкое и газообразное состояния, называемые агрегатными состояниями вещества.

В данном агрегатном состоянии, при одном и том же барометрическом давлении P , занимая один и тот же объем V , некоторая масса M тела определенного химического состава имеет вполне определенную температуру T :

$$T = F(P, V, M)$$

или, при

$$M = \text{Const}$$

$$T = F(P, V).$$

Таков общий вид уравнения состояния данного тела, в данном агрегатном состоянии.

§ 5. Термометр.

Если определять изменения объемов одного и того же тела, находящегося в разных степенях на-

гретости, при одном и том же давлении, т. е. при $P = \text{Const}$, то, согласно § 4, температура тела определится, как функция объема:

$$T = F(V)$$

причем $\Delta T \propto F'(V) \cdot \Delta V \propto \text{Const.} \Delta V$.

На этом принципе построен обыкновенный (ртутный, например) термометр.

Если определять изменения давления одного и того же тела, находящегося в разных степенях нагретости, при одном и том же объеме, т. е. при $V = \text{Const}$, то, согласно § 4, температура тела определится, как функция давления:

$$T = F(P)$$

причем $\Delta T \propto F'(P) \cdot \Delta P \propto \text{Const.} \Delta P$.

На этом принципе построен газовый (например, водородный) термометр.

§ 6. **Температурная шкала** может быть выбрана, равно как и работающее в термометре тело, вполне произвольно; выбор обусловливается практическими или теоретическими удобствами.

Общепринятая шкала Цельсия имеет два основных репёра, предложенных *Линнеем* в 1738 году (см. *Palmer*, Ind. and Eng. Chem. 16 (8), 802, 1924 г.):

0°, соответствующий температуре таяния химически чистого льда,

100°, соотв. температуре кипения хим. чистой воды; в обоих случаях предполагается одно и то же нормальное барометрическое давление (§ 10).

Расстояние между отмеченными на термометре черточками, соответствующими 0° и 100° , делится на 100 равных частей, причем деления продолжают (откладывают), как ниже 0° , так и выше 100° ; конечно, ртутный канал, в случае обыкновенного термометра, должен иметь всюду одно и то же поперечное сечение; стекло, из которого изготовлен термометр, не должно давать термического последствия, — обнаруживать остающиеся температурные деформации; так называемые *нормальные* ртутные термометры изготавливаются из определенных сортов стекла, напр., из иенского стекла 16^ш, 59^ш, французского — verre dur; нормальное Шоттовское иенское стекло для термометров имеет примерно следующий состав:

SiO_2	Na_2O	CaO	ZnO	Al_2O_3	B_2O_3	Mn_2O_3
62,3	14	7	7	2,5	2	0,2 ^{0/10} ;

см. А. М. Бочвар, Руководство по товароведению, под ред. Н. П. Петрова и Я. Я. Никитинского, I, 370, 1916 г.

§ 7. Газовый термометр.

Международная комиссия мер и весов (Париж, 1887 г.) условилась считать нормальной температурную шкалу водородного термометра, а температуру определять по формуле:

$$T = N \frac{P - P_1}{P_2 - P_1} + \text{Const.}$$

где: P_1 и P_2 = давлениям водорода при двух основных реперах,

P = давлению водорода, соответствующему температуре T ,

N = числу делений, на которое разделена разность $P_2 - P_1$.

Например, в случае шкалы Цельзия:

$P_1 = P_0$ = начальному давлению некоторого постоянного объема водорода при температуре таяния льда; по постановлению упомянутой комиссии это давление (начальное) всегда должно равняться давлению ртутного столба высотой в 100 см. (= 1,3158 атмосферы),

$P_2 = P_{100}$ = давлению того же объема водорода при температуре кипения воды (см. § 6),

$$N = 100, \text{ Const} = 0,$$

$$\text{т. е.} \quad T = 100 \frac{P - P_0}{P_{100} - P_0}.$$

§ 8. Вспомогательные реперы.

Исходя из двух основных реперов, может быть установлено *любое число других реперов*, соответствующих постоянным точкам плавления, превращения, кипения и сублимации химически чистых веществ; напр., по водородной шкале, при нормальном барометрическом давлении (§ 10):

— $183,0^\circ$ = темп. кипения кислорода,

— $78,52^\circ$ = „ сублимации CO_2 ,

— $38,89^\circ$ = „ плавления ртути,

+ 32,38°	=	темп. превращения $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ $\rightleftharpoons Na_2SO_4 + 10H_2O$,
+ 217,96°	=	„ кипения нафталина,
+ 305,9°	=	„ „ бензофенона,
+ 320,9°	=	„ плавления кадмия, <i>Cd</i> ,
+ 419,4°	=	„ „ цинка, <i>Zn</i> ,
+ 444,7°	=	„ кипения серы, <i>S</i> ,
+ 630°	=	„ плавления сурьмы, <i>Sb</i> ,
+ 960,5°	=	„ серебра, <i>Ag</i> ,
+ 1063°	=	„ „ золота, <i>Au</i> ,
+ 1083°	=	„ „ меди, <i>Cu</i> ,
+ 1557°	=	„ „ палладия, <i>Pd</i> ,
+ 1764°	=	„ „ платины, <i>Pt</i> .

Эти числа принимались *Reichsanstalt*'ом в Шарлоттенбурге с 1916 года.

§ 9. Сравнение различных термометров.

Chappuis, Travaux du Bur. des P. et Mes. 6, 1888 г.; Phil. Mag. 50 (5), 433, 1900 г., сравнил показания термометров, наполненных следующими газами:

водородом	азотом	углекислотой
0°	0°	0°
20°	20,009°	20,043°
40°	40,011°	40,059°
100°	100°	100°

а также сравнил показания H_2 -термометра с показаниями *Hg*-термометра, т. е. обыкновенного ртутного термометра из verre dur (§ 6). *Thiesen*, *Scheel*,

Sell сравнили показания *Hg*-термометра из *verre dur* с показаниями такового из 16^{III} и 59^{III} ;

см. Instr. 15, 433, 1895 г.,

W. A. 58, 168, 1896 г.

При этих исследованиях обнаружены были следующие максимальные разницы между показаниями различных термометров:

$$\begin{aligned} (Hg - verre\ dur) - (H_2) &= +0,107^{\circ} \text{ при } +40^{\circ} \\ (\text{ „ } - \text{ „ } - \text{ „ }) - (H_2) &= -0,233^{\circ} \text{ при } -25^{\circ} \\ (\text{ „ } - \text{ „ } - \text{ „ }) - (16^{\text{III}}) &= -0,0129^{\circ} \text{ при } +50^{\circ} \\ (\text{ „ } - \text{ „ } - \text{ „ }) - (59^{\text{III}}) &= +0,0763^{\circ} \text{ при } +50^{\circ} \\ (16^{\text{III}}) - (59^{\text{III}}) &= +0,0899^{\circ} \text{ при } +50^{\circ} \end{aligned}$$

Lemke (1899) сравнил показания (59^{III}) с (H_2)-термометром; оказалось, что при 200° разница достигает $0,67^{\circ}$.

Обширный цифровой материал см., например, *Landolt, Physik.-Chem. Tabellen*, 1923 г.

§ 10. Нормальное барометрическое давление.

1 атмосфера равна давлению слоя ртути толщиной в 76 смт., находящегося при 0° . в пустоте (барометрической), на уровне моря, при 45° сев. широты.

Плотность ртути при 0° (табличная):

$$\rho_0 = 13,596 \text{ гр./снт.}^3,$$

поэтому 1 атмосфера соответствует давлению:

$$\begin{aligned} 76 \cdot 13,596 &= 1033,3 \text{ гр./снт.}^2 \\ &= 1,0333 \text{ кгр./снт.}^2 \end{aligned}$$