

вают точность определения температуры до тысячной доли К.

В области Н. т. для целей практич. термометрии применяют гл. обр. термометры сопротивления (до 20 К — медный; в области водородных и гелиевых темп-р вплоть до 1 мК — угольные, сопротивление к-рых возрастает при понижении темп-ры). Для измерения темп-ры ниже 100 К применяют также термометры сопротивления из чистого германия.

Ниже 1 К газовым термометром пользоваться практически нельзя. Для определения термодинамич. темп-ры в этой области используют методы *магнитной термометрии* и ядерные методы. В основе ядерных методов измерения Н.т. лежит принцип квантовой статистич. физики, согласно к-рому равновесная заселённость дискретных уровней энергии системы зависит от темп-ры. В одном из таких методов измеряются интенсивности линий *ядерного магнитного резонанса*, определяемые разностью заселённостей уровней энергии ядер в магн. поле; в др. методе — зависящее от темп-ры отношение интенсивностей компонентов, на к-рые расщепляется линия резонансного гамма-излучения (см. *Мёссбауэровская спектроскопия*) во внутр. магн. поле ферромагнетика.

Аналогом термометрии по давлению насыщенных паров в области сверхнизких температур является измерение температуры в диапазоне 30—100 мК по осмотическому давлению ^3He в смеси ^3He — ^4He . Абсолютная точность измерений — ок. 2 мК при чувствительности осмотич. термометра $\sim 0,01$ мК.

Физика Н. т. Применение Н. т. сыграло важную роль в изучении конденсир. состояния вещества. Особенно много новых фактов и закономерностей было открыто при изучении свойств разл. веществ при гелиевых темп-рах. Это привело к выделению спец. раздела физики — физики Н.т. При понижении темп-ры в свойствах веществ начинают проявляться особенности, связанные с наличием взаимодействий, к-рые при обычных темп-рах вуализуются тепловым движением атомов.

Благодаря значит. подавлению теплового движения атомов при Н. т. удалось обнаружить большое число макроскопич. явлений, имеющих квантовую природу: существование гелия в жидком состоянии вплоть до абс. нуля темп-ры (ОК), *сверхтекучесть*, *сверхпроводимость* и др. При Н. т. состояние твёрдого тела можно рассматривать как упорядоченное состояние, соответствующее ОК, но с учётом влияния «газа» элементарных возбуждений — *квазичастиц*. Введение разл. типов квазичастиц (*фононы*, *дырки*, *магноны* и др.) позволяет описать многообразие свойств веществ при Н. т.

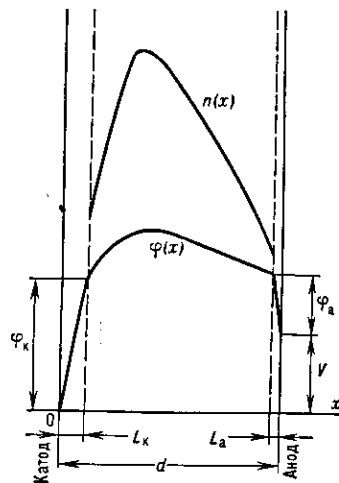
Охлаждение до сверхнизких темп-р применяется в ядерной физике, напр. для создания мишеней и источников с поляризов. ядрами при изучении анизотропии рассеяния элементарных частиц.

Технические применения Н. т. Одна из гл. областей применения Н. т. в технике — разделение газов. Произ-во кислорода и азота в больших кол-вах основано на сжижении воздуха с последующим разделением его в ректификац. колоннах. Н. т. используют для получения высокого вакуума методом адсорбции на активиров. угле или цеолите (адсорбц. насос) или непосредственно конденсацией паров на металлич. стенках сосуда с хладагентом (крионасос). Охлаждение до темп-р жидкого воздуха или азота находит применение в медицине (лечение мозговых опухолей, консервация живых тканей). Широко применяются Н. т. в электронике и радиотехнике для подавления аппаратных шумов.

Лит.: Физика низких температур, пер. с англ., М., 1959; Справочник по физико-техническим основам криогеники, под ред. М. П. Малкова, 3 изд., М., 1985; Линтон Э., Сверхпроводимость, пер. с англ., 2 изд., М., 1971; Роуз-Инс А., Техника низкотемпературного эксперимента, пер. с англ., М., 1966; Мендельсон К., На пути к абсолютному нулю, пер. с англ., М., 1971; Лоунасма О. В., Принципы и методы получения температур ниже 1 К, пер. с англ., М., 1977; Капица П. Л., Научные труды. Физика и техника низких температур, М., 1989.

И. П. Крылов.

НИЗКОВОЛЬТНАЯ ДУГА — несамостоят. дуговой разряд с термоэмиссионным катодом, горящий при напряжении U , меньшем не только потенциала ионизации, но и наимизшего потенциала возбуждения газа U_1 . Н. д. обычно горит при малых давлениях p и межэлектродном расстоянии d ($pd < 10$ тор·см). Плазма Н. д., как правило, ионизована слабо. Распределение потенциала $\varphi(x)$ и концентрации плазмы $n(x)$ в Н. д. немонотонные с максимумами в прикатодной области плазмы. Положит. столб в разряде практически отсутствует. Квазинейтральная плазма Н. д. отделена от электродов прикатодным φ_k и прианодным φ_a падениями напряжений в приэлектродных лентмюровских слоях L_k и L_a (рис.). При большой электронной эмиссии с катода и сравнительно малой концентрации плазмы в прикатодной области в лентмюровском слое у катода возникает минимум потенциала — т. н. *виртуальный катод*, ограничивающий эмиссию с катода до величины порядка хаотического электронного тока в прикатодной плазме.



Распределение потенциала и концентрации плазмы в межэлектродном промежутке низковольтной дуги.

Направленный ток в плазме Н. д. переносится в осн. электронами и имеет две направленные навстречу другу полевую и диффузионную составляющие. Ионизация атомов, как правило, ступенчатая и осуществляется в осн. высокоэнергичными электронами плазмы из «хвоста» максвелловского распределения и отчасти электронами катодной эмиссии, ускоренными на прикатодном падении.

Известны т. н. *кнудсеновские Н. д.*, горящие при весьма малых pd , когда длина свободного пробега электронов катодной эмиссии превышает зазор d . Ионизация в кнудсеновских Н. д. также осуществляется в осн. тепловыми электронами, ускоряемыми обычно в коллективных процессах, в частности в электрич. полях лентмюровских колебаний, возбуждаемых за счёт плазменно-пучкового взаимодействия (см. *Плазменно-пучковый разряд*). Наиб. изучены Н. д. в парах щелочных металлов и в инертных газах.

Н. д. используются в *термоэмиссионных преобразователях* тепловой энергии в электрическую и в термоэмиссионных ключевых элементах. Иногда типичные для Н. д. распределения потенциала и плотности плазмы, характеризующиеся максимумами в прикатодной квазинейтральной плазме, образуются у катода самостоят. дугового разряда. Эту область, расположенную между катодом и положит. столбом разряда, часто наз. пространством Н. д.

Лит.: Грановский В. Л., Электрический ток в газе, М., 1971; Термоэмиссионные преобразователи и низкотемпературная плазма, под ред. Б. Я. Мойжеса, Г. Е. Пикуса, М., 1973; Бахшт Ф. Г., Юрьев В. Г., Низковольтная дуга с накалённым катодом в парах цезия. Обзор, «ЖТФ», 1976, т. 46, с. 905; Математическое моделирование процессов в низковольтном плазменно-пучковом разряде, М., 1990.

Ф. Г. Бахшт, В. Г. Юрьев.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПЛАЗМА

Содержание:

1. Общие свойства Н. п. 351
2. Способы создания Н. п. 352
3. Процессы в Н. п. 352
4. Неустойчивости и структуры Н. п. 353
5. Применение Н. п. 354
6. Н. п. земной атмосферы и Солнца. 355