

облако эллипсоидальной формы с центром в Солнце (зодиакальное облако). Плоскость симметрии зодиакального облака близка к плоскости эклиптики (см. *Координаты астрономические*) (возможно, совпадает с ней). Концентрация пылевых частиц (N) убывает по мере удаления от Солнца ($N \sim r^{-1,3}$, где r — расстояние от Солнца) и от плоскости эклиптики. Как показали измерения, выполненные при помощи космич. аппаратов, осн. часть пыли, обуславливающая З. с., расположена между Солнцем и кольцом астероидов. В плоскости эклиптики на расстоянии 1 а. е. от Солнца плотность пыли ок. $3 \cdot 10^{-23}$ г·см⁻³. Ср. размер пылинок неск. мкм. Ок. 95% З. с. обусловлено частицами радиусом < 100 мкм.

Свет, рассеянный зодиакальным облаком, распространяется по всему небу и составляет ок. 15% всего излучения ночного неба в видимой области спектра. Распределение энергии в спектре З. с. близко к солнечному. З. с. частично поляризован. Степень поляризации и яркость З. с. изменяются с изменением угл. расстояния от Солнца. Поляризационные и спектральные особенности З. с. объясняются физ. свойствами межпланетных пылинок (размером, структурой поверхности, альбедо, показателем преломления). Распределение яркости З. с. в зависимости от угл. расстояния от Солнца в основном определяется индикатрисой рассеяния пылевых частиц, к-рая имеет резкий максимум в области прямого рассеяния. Осн. особенности противояснения могут быть объяснены наличием максимума на индикатрисе в области обратного рассеяния. Однако остаются необъяснимыми нек-рые детали в характере свечения противояснения. В первую очередь это касается изменения формы противояснения в течение ночи. С приближением противояснения к горизонту его форма изменяется от овальной к конической. При этом противояснение становится похожим на конус З. с. и наз. ложным З. с. Для объяснения этого явления выдвигались разл. гипотезы (напр., гипотеза пылевого или газового хвоста Земли), которые были отвергнуты. Явление ложного З. с. не имеет общепринятого объяснения.

Лит.: Дивари Н. Б., Зодиакальный свет и межпланетная пыль, М., 1981. Н. Б. Дивари.

ЗОЛОТО (Aurum), Au, — хим. элемент I группы периодич. системы элементов, благородный металл, ат. номер 79, ат. масса 196,9665. В природе представлен стабильным ¹⁹⁷Au. Электронная конфигурация двух внеш. оболочек $5s^2 4d^{10} 5p^6$. Энергии последоват. ионизаций 9,226, 20,5 и 30,5 эВ. Энергия сроства к электрону 2,31 эВ. Кристаллохим. радиус атома Au 0,144 нм, радиус иона Au⁺ 0,137 нм. Значение электроотрицательности 2,4.

Мягкий пластичный жёлтый металл, кристаллич. решётка гранцентрированная кубич. с постоянной решётки $a = 0,40704$ нм. Плотн. 19,32 кг/м³, $t_{пл} = 1046,49^\circ\text{C}$, $t_{кип} = 2947^\circ\text{C}$ (по др. данным, $t_{пл} \approx 1063^\circ\text{C}$, $t_{кип} \approx 2880^\circ\text{C}$). Теплота плавления 12,5 кДж/моль, теплота испарения 349 кДж/моль, теплоёмкость $c_p = 25,4$ Дж/(моль·К). Коэф. линейного расширения $14,2 \cdot 10^{-6}$ К⁻¹ (при темп-рах 0—100°C), уд. теплопроводность 311 Вт/(м·К). Уд. сопротивление 2,25 мОм·см, термич. коэф. сопротивления $3,96 \cdot 10^{-3}$ К⁻¹ (при темп-рах 0—100°C). З. диамагнитно. Модуль упругости 77 ГН/м², для отожжённого З. предел прочности при растяжении 100—140 МН/м². Твёрдость по Бринеллю 176,5 МН/м² (для З., отожжённого при $\sim 400^\circ\text{C}$), по Моосу 2,5.

З. химически инертно, на воздухе не изменяется, в соединениях проявляет степени окисления +1, +3 и +5. З. может быть прокатано в листы толщиной 80 мкм, просвечивающие синевато-зелёным цветом. Из 1 г З. удаётся изготовить до 2 км тончайшей проволоки. Тонкие слои напыленного З. используют для изготовления надёжных контактов в электронных лампах и радио- и электронных приборах и схемах (т. н. золотые печати). Из З. делают уплотняющие кольца и шайбы в ва-

куумных устройствах. Покрытие поверхностей тонкими слоями З. обеспечивает высокую стойкость к коррозии и хорошую отражат. способность. Из сплавов Au—Ag и Au—Cu изготавливают волоски гальванометров, а также надёжные миниатюрные контакты. Соединения З. используют в фотографии, при варке спец. сортов стёкол, в медицине и др. В радиотерапии для лечения поверхности расположенных опухолей находят применение искусственно полученный радионуклид ¹⁹⁸Au (β-радиоактивен, $T_{1/2} = 2,696$ сут).

Лит.: Паддефет Р., Химия золота, пер. с англ., М., 1982. С. С. Бердосов.

ЗОММЕРФЕЛЬДА ТЕОРИЯ МЕТАЛЛОВ — предложена А. Зоммерфельдом (A. Sommerfeld) в 1928. З. т. м. представляет собой дальнейшее развитие Друде теории металлов, отличающ. от последней тем, что распределение свободных электронов по энергиям описывается Ферми — Дирака распределением, а не Больцмана распределением. Как и теория Друде — Лоренца, З. т. м. пренебрегает взаимодействием электронов друг с другом, а их взаимодействие с кристаллич. решёткой сводит лишь к соударениям, при к-рых импульс электрона меняется скачком.

З. т. м. позволила объяснить отсутствие заметного вклада электронного газа в теплоёмкость металла при комнатной темп-ре. В З. т. м. этот вклад равен:

$$C_v = \frac{\pi^2}{2} \frac{kT}{\epsilon_F} nk,$$

где ϵ_F — Ферми энергия, T — абс. темп-ра, n — концентрация свободных электронов. При комнатной темп-ре эта теплоёмкость $\sim$ в 100 раз меньше значения $3nk/2$, даваемого теорией Друде (при низких темп-рах электронный вклад в C_v может оказаться сравнимым с решёточным, обычно это происходит при темп-ре в неск. К).

Др. класс явлений, где теории Друде и Зоммерфельда приводят к разл. результатам, — кинетич. эффекты, обусловленные наличием разброса электронов по энергиям (*магнетосопротивление*, электронная теплопроводность, термомагн. явления, термоэлектрич. явления). З. т. м. даёт для этих эффектов величину, в $(\epsilon_F/kT)^n$ ($n=1, 2$) раз меньшую, чем в теории Друде, что согласуется с экспериментом.

З. т. м. не могла объяснить эффекты, обусловленные зонной структурой энергетич. спектра металлов, напр. положит. знак постоянной Холла у мн. проводников (см. *Холла эффект*), и сложной формой *ферми-поверхности*. Тем не менее во мн. случаях З. т. м. в силу своей простоты оказывается удобной для численных оценок и качеств. объяснения электронных свойств металлов.

Лит.: Бете Г., Зоммерфельд А., Электронная теория металлов, пер. с нем., М.—М., 1938; Ашкрофт Н., Мермин Н., Физика твёрдого тела, пер. с англ., т. 1, М., 1979. Э. М. Энштейн.

ЗОММЕРФЕЛЬДА УСЛОВИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ — один из возможных видов асимптотич. условий (граничных условий на бесконечности), к-рые выделяют единств. решения краевых задач для ур-ний, описывающих установившиеся колебания. З. у. и. выделяют расходящиеся волны, источники к-рых находятся в огранич. области пространства. Впервые введены в 1912 А. Зоммерфельдом для *Гельмгольца уравнения* $\Delta u + k^2 u = f(r)$. В пространстве трёх измерений З. у. и. для волнового поля u таковы: при $r \rightarrow \infty$ $u \sim r^{-1}$, $\lim r(\partial u / \partial r - iku) = 0$. В двумерном пространстве при $r \rightarrow \infty$ $u \sim r^{-1/2}$, $\lim r^{1/2}(\partial u / \partial r - iku) = 0$. Всякое решение однородного ур-ния Гельмгольца, удовлетворяющее второму условию, удовлетворяет и первому при $k > 0$. Для др. эллиптич. ур-ний З. у. и. не всегда определяют условия разрешимости краевой задачи, поэтому развиты др. способы выделения единств. решения. В соответствии с принципом предельной амплитуды единств. решение является пределом при $t \rightarrow \infty$ амплитуды решения задачи Коши для волнового