

P_a, P_a^{+h}



1947

VI 258

Pm, Ho, Er, Tu, Lu, Po, At, Fr, Ac, Th,
Pa, U; Nb, Tc, Hf, Ta, W; Pd, Sb, Bi

(7)

Finkelburg W.,

Z. Naturforsch., 1947, 2a, 16-20

10

CA, 1947, 6485f

certs op. K

VIII 1347

1952

Th, Pa, U, Pu, Am, Cm, Bk, Cf
(at. noet. ; oet. n. coet.)

Dawson J. K.,

Nucleonics, 1952, 10, n9, 39-45

10

CA, 1953, 7887c

Pa
chemp.

Ong Ping Hock and Sizoo G.J. / 1954
Physica 1954, 20, 77.
On the electron spectra of
 ^{232}Pa , ^{233}Pa and ^{230}Pa

PaI.

R. Marcus. W. A. Nierenberg 1964
J. Winans.

Nuclear. Phys. 23, 90 (1964)
Основоные концепции.
PaI 5f²6d.

Pa I.

Judd B. R.

1962

Phys. Rev 128, 620-625
(1962)

Визуальные уровни энергии
в некоторых атомах
актиноидов.

Pa I $5f^2 6d$

$11/2$	0	$5/2$ 4657
$9/2$	6 99	
$7/2$	4 031	

Pa (6:)

1962

24Б17. Расчет энергетических термов атома протактиния. Попова Л. В. «Ж. структурн. химии», 1962, 3, № 3, 299—315.—Посредством развитого Левинсоном («Тр. АН ЛитССР, 1957, Б4, 3) метода рассчитаны значения энергетич. термов конфигураций $5f^26d$ и $5f6d^2$, которые являются предположительными конфигурациями основного состояния атома протактиния. Приведены таблицы энергетич. матриц в обоих случаях. Резюме автора

х. 1962. 24.

1962

Pa

(6i)

Calculation of the energy terms of the protactinium atom. L. V. Popova. *Zh. Strukt. Khim.* 3(3), 299-315(1962). The values of the energy terms of the $5f^26d$ and $5f6d^2$ configurations of the Pa atom were calcd. by the Levinson method (*Lietuvos TSRMokslu Akad. Darbai Ser. B* 4, 3(1957)), and a complete tabulation of the energy matrixes is given. M. J. Newlands

C.A. 1963. 59.9

9344a

1962

Pa

Power

Te. 2116

27847 CALCULATIONS OF ENERGY TERMS FOR Pa
ATOM. L. V. Popov (Inst. of Inorganic Chemistry, Siberian Branch of the Academy of Sciences, USSR). Zhur. Strukt. Khim., 3: No. 3, 299-315 (May-June 1962). (In Russian)

The $5 f^2 6d$ and $5f 6d^2$ energy terms of Pa were measured. (tr-auth)

NSA-1962-15.90

1963

Pa I
Group

The emission spectrum of protactinium in the 0.8–3.0- μ region. E. W. T. Richards and N. J. Atherton (At. Energy Res. Estab., Harwell, Engl.). *Spectrochim. Acta* 19(6), 971–87(1963)(in English). The emission spectrum of Pa^{231} from an electrodeless discharge tube was observed, 0.8–3.0 μ . Wavelengths and intensities were measured for about 1200 lines, many of which show hyperfine structure. RCSQ

C.A. 1963.59.4
3441a

Pa I

1963

Смещ

5 Д233. Эмиссионный спектр протактиния в области 0,8—3,0 μ . Richards E. W. T., Atherton N. J. The emission spectrum of protactinium in the 0.8—3.0 μ region. «Spectrochim. acta», 1963, 19, № 6, 971—987 (англ.)

Получен спектр излучения протактиния в безэлектродном высокочастотном разряде. Для регистрации использован спектрометр с решеткой с эффективным разрешением $R=10\,000$. Средняя ошибка в определении положения линий составляла от $0,05\text{ см}^{-1}$ до $0,1\text{ см}^{-1}$. Приведена таблица длин волн и интенсивностей 1200 линий в участке 8040—25 545 $\text{\AA}$. В. Дианов-Клоков

ф. 1966. 52

1963

✓ 22 Б71. Спектры некоторых актинидов. Tomkins
Frank S., Fred Mark. Spectra of some actinide ele-
ments. Abstract. «Sympos. Molec. Struct. and Spectrosc.,
Columbus, 1963». Columbus, Ohio, s. a., 61 (англ.)

Проведено сравнение наблюдаемых и вычисленных
положений нижних уровней Pa, Np, Pu, Am и Cm и
установлено хорошее согласие. Р. Ф.

п. 1964 Вал

Pa⁴⁺

ВФ-1313 - VII

1964

6 Д19. Уровни энергии четырехкратно ионизованных актинидов. Conway John G. Energy levels of 4+ actinides. «J. Chem. Phys.», 1964, 41, № 3, 904—905 (англ.)

Полуэмпирическим методом, изложенным ранее (РЖФиз, 1960, № 7, 18438) произведен расчет потенциалов ионизации свободных ионов Pa⁴⁺, U⁴⁺, Np⁴⁺, Pu⁴⁺, Am⁴⁺, Cm⁴⁺. Необходимые слейтеровские интегралы вычислены с помощью водородоподобных функций. Сопоставление результатов расчета с эксперим. значениями уровней энергии показывает, что кристаллич. поле не изменяет характера спектра поглощения и что точность оценки величин слейтеровских интегралов и постоянных спин-орбитального взаимодействия составляет около 5%.

С. Ветчинкин

фз. 1965. 62

⊠

Pa I

Pa II

Уровни

VIII - 2603

1966

10 Д194. Первый спектр протактиния. Giacchetti A. First spectrum of protactinium. «J. Opt. Soc. America», 1966, 56, № 5, 653—657 (англ.)

В области 2500—9200 Å получен спектр Pa, возбужденный ВЧ-разрядом (2450 МГц) в кварцевых трубках без применения какого-либо газа-носителя и сфотографированный в разных порядках (I—VIII) спектрографом с обратной линейной дисперсией в I порядке 1,6 Å/мм. Из-

ф. 1966. 10А

мерены 8617 линий Pa I и Pa II; из них $\sim 20\%$ линий обладают разрешаемой сверхтонкой структурой, состоящей из 4-х компонент, 330 линий испытывают самообращение. Ошибка измерения длин волн равна $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ \AA}$ ($\sim 17 \text{ мсм}^{-1}$) в области 3000 $\text{\AA}$ и $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ \AA}$ ($\sim 10 \text{ мсм}^{-1}$) в области 6000 $\text{\AA}$. Найдены 32 четных и 252 нечетных уровня. Электронные угловые моменты J и g_J -факторы термов определены на основе измерений эффекта Зеемана. Ширина сверхтонкой структуры уровней измерена без учета расщепления основного уровня ($\sim 210 \text{ мсм}^{-1}$). Установлено, что основная конфигурация Pa I относится к типу $5f^2 6d 7s^2$. Уровни с энергией 7000 см^{-1} и 8168 см^{-1} относятся к конфигурации $5f^2 6d^2 7s$. Библ. 14 назв.

В. Мосичев

Pa I

VIII-2603

1966

First spectrum of protactinium. A. Giacchetti (Chem. Div., Argonne Natl. Lab., Argonne, Ill.). *J. Opt. Soc. Am.* 56(5), 653-7(1966)(Eng). The spectrum of Pa has been photographed between 2500 and 9200 Å. The wavelengths of 8617 lines have been measured and the sepn. of the 1st and 2nd spectra has been accomplished for 80% of the lines. Zeeman effects have been measured in the region between 4000 and 9000 Å. Thirty-two even levels and 252 odd levels have been found; these are listed together with their electronic angular momenta J and g_J values as derived from the Zeeman effect. The ground configuration of the neutral atom of Pa is $5f^2 6d 7s^2$. RCKX

C.A. 1966.65.1

189 I

Pa

II

11 Д266. Предварительное сообщение о втором спектре протактиния (Pa II). Giacchetti A. Preliminary report on the second spectrum of protactinium (Pa II). «J. Opt. Soc. Amer.», 1967, 57, N 6, 728—733 (англ.)

(9;)

При анализе спектра Pa, возбужденного микроволн. способом, установлено, что основная конфигурация PaII— $5f^2 7s^2$, основное состояние 3H_4 . Четыре других низлежащих уровня при 823, 1744, 1764 и 2555 см^{-1} приписываются $5f^2 6d 7s$ -конфигурации. Классифицированы 656 линий второго спектра Pa, являющихся комбинацией 25 низлежащих четных и 164 высоких нечетных энергетич. уровней.

9.1967.112

VIII 786

1968

Pa

7811u Survey of the first spectrum of protactinium. Richards, E. W. T.; Stephen, I.; Wise, H. S. *U. K. At. Energy Auth., Res. Group, At. Energy Res. Estab., Rep.* 1968, AERE-R-5731, 158 pp. (Eng). Avail. HMSO. 21 s. The emission spectrum of protactinium was measured 3 μ -4000 A. Some 14,000 lines were recorded and ~50% of these fitted into a level system of some 200 even levels and 300 odd levels. This level system is based on the one suggested by Giacchetti, addnl. levels being confirmed by at least 6 spectral lines. Probable *J* values are given where possible. SNTT

Bi

chemp

C.A. 1969. 70. 2

Pa

BQ- 931- VIII

1968

8
6i

mekupj

42571n Survey of the first spectrum of protactinium. Richards, E. W. T.; Stephen, Ian; Wise, H. S. (Chem. Div., At. Energy Res. Estab., Harwell, Engl.). *Spectrochim. Acta, Part B* 1968, 23(10), 635-42 (Eng). The emission spectrum of Pa has been measured from 3μ to 4000 A. at A.E.R.E. Harwell. Some 14,000 lines have been recorded and about half of these fitted into a level system of some 200 even levels and 300 odd levels. This level system is based on the one suggested by Giacchetti, addnl. levels being confirmed by at least 6 spectral lines. Probable J values are given where possible and in some cases the limits given in previous work have been reduced.

RCNS

C.A. 1969. 40. 10

Pa I

Leo Brewer

1971

зерниче
и электрон.
конфигури.

Wmms 1678.

"J. Opt. Soc. Amer."

1971, 61 N 8

1101 - 1111

Pa^{+}
 Pa^{+2}, Pa^{+3}

(OM: 28644)

1971

Brewer L.,

Эмерз.ч
электрон.
комори-
гурации

J. Opt. Soc. Amer.,
1971, 61, N 12, 1666-1682.

Атомные лантанидов (E_i) $8V_{III}$ 5122 1971
Pa и актинидов (E_i)
Nugent L.J., Vander Sluis K.L.,
J. Opt. Soc. Amer., 1971, 61, N8, 1112-
- 15 (англ.)
Theoretical treatment of the energy differences between $f^9d^1s^2$ and f^8+1s^2 electron configurations for lanthanide and actinide atomic vapors.
(см. опиниан) CA, 1971, 75, N14, 92604z

1973

Pa

4-1667

VIII-5742

Sugar, Jack.

J. Chem Phys.

1973, 59- , N2, 788-91.

(7)

(cor. Ac ; III)

Pa

cinneba 2970. 1974.
XVIII-512

W. Martin, L. Hagen
et al.

(9)

J. Phys. Chem. Ref. Data
1974, 3 N3, 771-80

1974

Pa

Sugar J.

J. Chem. Phys., 1974,

60, NIOA 4103-04.

($J; T; \Delta T$)
measured

(see. Pa; III)

Pa

Olav A.

1976

(J)

Hyb. All Lamb. CCP Cep

exam. " 1976, v'3, 337

(over 11; III)

Pa

(3 Keybecks)

1980

Rand M. H.

(Ei) Proc. Intern. Sympos. on
Thermodyn. Nucl. Materials.
Vienna, IAEA, 1980, Vol I,
197-217

Pa

1979

Service K.D.

(7)

M. Data Nucl. Data Tables
1979, 24(4), 323-71.



coll. Pm-III

Pa

1984

Ryukkö Pekka, Laak-
sonen Leif.

параметры
двухэкспонен-
циальных ф-ий

J. Phys. Chem.,
1984, 88, N.21,
4892-4895.

(сер. Th; III)

Pa (I)

1985

10 Д49. Интерпретация низших четных конфигураций нейтрального атома протактиния (PaI). Interpretation of the low even configurations of neutral protactinium (PaI). Blaise J., Ginibre A., Wyart J. F. «Z. Phys.», 1985, A321, № 1, 61—63 (англ.)

Методом Слэтера—Кондона проанализирован спектр энергетич. уровней низколежащих четных состояний атома Pa I. Радialные параметры определялись исходя из эксперим. данных о 64 уровнях. Смешивание конфигураций f^2ds^2 и f^2d^2s учтено явным образом; остаточное конфигурац. взаимодействие описывалось путем введения в модельный гамильтониан эффективного двухчастичного электростатич. оператора. Среднее отклонение расчетных термов от экспериментальных составило 134 см^{-1} . Отмечено, что результаты модельного расчета состояний с полным угловым моментом $J < 13/2$ надежны только в области энергий до $12\,000 \text{ см}^{-1}$, на которую приходится $\sim 10\%$ термов $f^2ds^2 + f^2d^2s$. Для однозначного отнесения высоколежащих термов необходимо явно учитывать взаимодействие с конфигурациями fd^2sp и fds^2p . Описаны различия строения и спектров PaI и его анализа Pr I. А. В. Зайцевский

ф. 1985, 18, N 10

Pa

1985

102: 228704t Interpretation of the low even configurations of neutral protactinium(Pa I). Blaise, J.; Ginibre, A.; Wyart, J. F. (Lab. Aime Cotton, CNRS II, F-91405 Orsay, Fr.). *Z. Phys. A* 1985, 321(1), 61-3 (Eng). A new anal. of the spectrum of neutral Pa led to revise and to extend the earlier level list. The Slater-Condon method was used to interpret the low even group of configurations $5f^2 6d 7s^2 + 5f^2 6d^2 7s$ with a root mean square deviation of 134 cm^{-1} for 64 energy levels.

(Cnekmp)

C.A. 1985, 102, N 26

^{231}Pa

1993

Zhao, X.-L., Nadeau, M.-J.,
et al.,

(Ac) Phys. Rev. A 1993, 48(5),
3980-2.

(cu. ^{226}Ra ;  III)

Pa
(Ac, Ei)

Pa⁻

1996

125: 126552z Electron affinity of Pa by 7p attachment and hyperfine structure constants for Pa⁻. Dinov, Konstantin D.; Beck, Donald R. (Phys. Dep., Michigan Technol. Univ., Houghton, MI 49931 USA). *Phys. Rev. A: At., Mol., Opt. Phys.* 1996, 53(6), 4031-4035 (Eng). Valence shell relativistic CI calcns. for the 7p attachment to the Pa I ground state yield 1 bound state, viz., Pa⁻ 5f²6d⁷s²7p J = 6, with electron affinity of 0.222 eV. No other J's were found for this configuration to be bound, nor are any of the Pa⁻ 5f²6d²7s² levels expected to be bound. The hyperfine structure consts. for the ²³¹Pa⁻ bound state are A = 741.3 MHz and B = 1309 MHz. Although the core-valence correlation effects are absent the agreement between the theory (4736 cm⁻¹) and expt. (4121 cm⁻¹) for the position of the 1st excited state of Pa is good (15%). Previous studies for the np attachment in rare earths were discussed to systematically analyze the binding of np_{1/2} and np_{3/2} electrons, in these species.

C. A. 1996, 125, N 10