

T6-As

TbS, TbSe, TbTe, TbP, TbAs,

1961

TbSb, TbBi

VIII 4045

a, b, c

Olcese Giorgio L.

Atti Accad. naz. Lincei. Rend. Cl. sci.
fis., mat. e natur., 1961, 30, N2, 195-20

Struttura e proprietà magne-
tiche dei composti MX del terbio
con i metalloidi del 5° e 6° gruppo

PX, 1962,

N 65166

MP P

ScAs, YAs, LaAs, CeAs, PrAs, NdAs, SmAs, 1967
GdAs, TbAs, DyAs, HoAs, ErAs, TmAs, YbAs,
LuAs (def) As (def) 8 VIII 95

Hanks R., Factor M.M.,
Trans. Faraday Soc., 1967, 63, NS, 1130-1135 (anr2)
Quantitative application of dynamic differential
calorimetry. Part 2. Heats of formation of
the group 3A arsenides

PLH Ann. 1968
165804

Ann. Chem.

M

(9)

18

TbAsO₄ (Ttr)

VIII 5410

1971

Klein Z., Wuechner W., Kahle H.G.,
Schopper H.C.

Phys. Status Solidi, 1971, B48, N2,
K139 - K141 (ann.)

Phase transition in terbium
arsenate.

5 (P)

6



CA, 1972, 76, N10, 51916e

Tb As O₄

1971

T_{tr}

(51916e) Phase transition in terbium arsenate. Klein, L.; Wuechner, W.; Kahle, H. G.; Schopper, H. C. (Phys. Inst., Univ. Karlsruhe, Karlsruhe, Ger.). *Phys. Status Solidi B* 1971, 48(2), K139-K141 (Eng). Spectroscopic and magnetic measurements on TbAsO₄ indicate that it undergoes a 2nd order phase transition from tetragonal symmetry (space group $I4_1/amd$) to some lower symmetry at the crit. temp. $T_c = (25.5 \pm 1)^\circ K$. That the symmetry is lower is shown by a distinct angular dependence of the Zeeman splitting in the plane perpendicular to the optical axis below T_c . At sufficiently high external magnetic fields a strong magnetic anisotropy appears in the basal plane below T_c . This results in a $\pi/2$ periodicity of the magnetization when the crystal is rotated around the optical axis and the magnetic field is applied perpendicular to it. Besides the $\pi/2$

C.A. 1972. 78. 10.

periodicity, TbAsO_4 shows a new phenomenon. If the external field is smaller than a crit. field, $H_{\text{crit.}}$, of ~ 2.5 kOe, the $\pi/2$ periodicity at 1.4°K vanishes. Instead a π periodicity is obsd.; if the crystal had been premagnetized by an external magnetic field of 19.5 kOe, and the magnetization in the basal plane measured with a field $H < H_{\text{crit.}}$. The max. magnetization always lies in the direction in which the crystal had been premagnetized. No magnetic ordering was obsd. at $\geq 1.4^\circ\text{K}$. P. A. Larssen

TB AsO₄(Ttr)

VIII 5439

1972

Becker W., Kalbfleisch H., Mueller-
- Vogt G.

Phys. Status Solidi, 1972, B52, N2,
K81-K84 (anew.)

Study of a magnetic phase tran-
sition in terbium arsenate by
a.c. susceptibility measurements.

B



CA, 1972, 77, N26, 170532g

PG 1204 (Tm)

VIII-5409

1972

Groebel H., Mueller-Vogt G., Orlich R.,
Klein L.

Phys. Lett., 1972, 44, N5, 409-10 (ans.)

Crystallographic distortion in
terbium arsenate at low tempera-
tures.

5

5



cf, 1973, 78, N6, 350314

TbAsO₄

1972

170532g Study of a magnetic phase transition in terbium arsenate by a.c. susceptibility measurements. Becher, W.; Kalbfleisch, H.; Mueller-Vogt, G. (Phys. Inst., Univ. Karlsruhe, Karlsruhe, Ger.). *Phys. Status Solidi B* 1972, 52(2), K81-K84 (Eng). The temp. dependence of the susceptibility, $\chi(T)$, in TbAsO₄ shows a max., which is slightly dependent on frequency. This dependence is caused by relaxation processes, and is greater for powder than for crystals due to the smaller relaxation rates of the powder caused by the poor heat transfer from the lattice to the cooling gas. From an extrapolation, the Neel temps. are $T_N = 1.35 \pm 0.02^\circ\text{K}$ (powder) and $T_N = 1.48 \pm 0.03^\circ\text{K}$ (crystal). The form of the $\chi(T)$ curves indicate an antiferromagnetic ordering probably in the [110] direction. ErVO₄, ErPO₄, ErAsO₄, and YbAsO₄ do not show magnetic phase transitions at $\geq 0.6^\circ\text{K}$.

(T_{t2})

C.A. 1972, 77, v26

TbAsO₄

1972

(T_m)

35031y Crystallographic distortion in terbium arsenate at low temperatures. Goebel, H.; Mueller-Vogt, G.; Orlich, R.; Klein, L. (Forschungslab., Siemens A.-G., Munich, Ger.). *Phys. Lett. A* 1972, 41(5), 409-10 (Eng). X-ray powder diffraction measurements were carried out in TbAsO₄ at 4.2-300°K. On lowering the temp., a distortion of the originally tetragonal unit cell occurs along the [110] direction. The transition is most probably 2nd-order. The transition temp. is $26 \pm 1^\circ\text{K}$.

C.A. 1973, 78, 16

TbAsO₄

1972

24 Б515. Кристаллографическое искажение решетки TbAsO₄ при низких температурах. Göbel H., Mül-
ler-vogt G., Orlich R., Klein L. Crystallographic
distorion in TbAsO₄ at low temperatures. «Phys. Lett.»,
1972, A 41, № 5, 409—410 (англ.)

(T_{t2}) Рентгенографическое изучение порошкообразных об-
разцов TbAsO₄ в т-рном интервале 4,2—300° К показало,
что при охлаждении ниже T_c = (26 ± 1) ° К происходит
расщепление рефлексов (hhl) исходной тетрагон. ре-
шетки, в то время как рефлексы (h0l) остаются не-
изменными. Это указывает на искажение решетки в
направлении <110>, т. е. на наличие фазового перехо-
да. Величина расщепления при переходе через T_c изме-
нялась непрерывно, изменения объема не наблюдалось,
что позволяет отнести превращение к фазовым перехо-
дам 2-го рода. ФП при нагревании и охлаждении сопро-
вождался т-рным гистерезисом ~1° К. Разумовский

2. 1973. № 24

TbAsO₄

1972.

170520b Magnetically controllable phase transition in terbium arsenate. Klein, L.; Kahle, H. G.; Schopper, H. C.; Walter, H. (Phys. Inst., Univ. Karlsruhe, Karlsruhe, Ger.). *Int. J. Magn.* 1972, 3(1-3), 17-21 (Eng). •Spectroscopic and magnetic measurements show that TbAsO₄ undergoes a crystallog. phase transition from tetragonal to some lower symmetry at $T_c = 25.5 \pm 1.0^\circ\text{K}$. Magnetic moment measurements in the plane perpendicular to the optical c axis show a strong anisotropy below T_c . The directions of max. and min. magnetization can be interchanged in a sufficiently high external magnetic field. This magnetic switching results in a $\pi/2$ -periodicity of the magnetization if the crystal is rotated around the c axis. In small external fields the axes cannot be interchanged and a simple π -periodicity is obsd. The investigations show the remarkable phenomenon that the max. value of this π -periodicity always lies in that direction where the crystal had been premagnetized with a high field (19.5 kOe).

(T_{t2}).

C. A. 1972. 77, N26

TbAsO₄

1972

2 E1390. Фазовый переход в TbAsO₄ «контролируемый» магнитным полем. Klein L., Kahle H. G., Schopper H. C., Walter H. A magnetically controllable phase transition in TbAsO₄. «Int. J. Magn.», 1972, 3, № 1—3, 17—21 (англ.)

фаз.
переход

При гелиевых т-рах проведены магн. и спектроскопич. исследования монокристалла соединения TbAsO₄ (тетраг. структура, пространственная группа $I4_1/amd$). Оптич. измерения показали, что при $25,5 \pm 1,0^\circ \text{K}$ происходит фазовый переход в новую кристаллич. фазу с более низкой симметрией. При этой т-ре наблюдается расщепление уровня Γ_5 на два уровня. Ниже т-ры перехода возникает анизотропия магн. свойств в плоскости, перпендику-

Физфр-73-2

лярной оптич. оси кристалла. В сильных полях зависимость величины магн. момента от направления поля в базисной плоскости имеет периодичность $\pi/2$. В более слабых полях (меньших некоторого критич. поля, величина которого зависит от т-ры) магн. момент изменяется с периодом π , причем направление, в котором наблю-

дается максимум магн. момента, совпадает с направлением предварительного намагничивания кристалла в сильном поле (19,5 кэ).

Р. З. Левитин

TbAsO₄

1972

9790a Spectroscopic properties of terbium arsenate. Wuechner W.; Boehm, W.; Kahle, H. G.; Kasten, A.; Laugsch, J. (Phys. Inst., Univ. Karlsruhe, Karlsruhe, Ger.). *Phys. Status Solidi B* 1972, 54(1), 273-83 (Eng). Absorption spectra of Tb³⁺ in TbAsO₄ indicated that this material underwent a Jahn-Teller induced phase transition from tetragonal to a lower, probably orthorhombic, symmetry at $T_D = (25.5 \pm 2.5)^\circ\text{K}$. Zeeman spectra with the magnetic field in the basal plane taken below T_D showed a large anisotropy which was caused not only by the g factor but also by large internal fields. The g tensor of the isolated 2 lowest singlets, which were sepd. less than 0.6 cm^{-1} at 1.74°K , was uniaxial with $g_{110} = 17.0 \pm 1.0$ in the $[110]$ -direction. Measurements down to 0.77°K showed a magnetic phase transition at $T_N = (1.48 \pm 0.04)^\circ\text{K}$ to an antiferromagnetically ordered state which increased the splitting of the 2 lowest lying singlets $\leq (2.62 \pm 0.06) \text{ cm}^{-1}$ at 0.77°K .

C.A. 1973.78. N2

VIII - 5626

1973

$\frac{\text{Ln AsO}_2 \text{I}_2}{\text{Yb, Lu}}$ (Ln = Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm,
Yb, Lu)

Анганова П.Е., Серебрянников В.В.

"Ж. неорганич. химии." 1973, 18, №8,
2292-2294

Б.

есть оригинал

арсенаты РЗЭ (Тм) А-2103 1973

Анганова Л.Е., Серебрянников В.В.

Ж. неорганик. химии, 1973, 18, №6, 1706-1708

Термическая устойчивость
арсенатов редкоземельных
элементов.

РИХим, 1973

195657

11 + ~~15~~ 25

Б(9)

5075-III-69

TbAsO₄

1973

(C_p)

76620h Specific heat of terbium arsenate. Berkhahn, W.; Kahle, H. G.; Klein, L.; Schopper, H. C. (Phys. Inst., Univ. Karlsruhe, Karlsruhe, Ger.). *Phys. Status Solidi B* 1973, 55(1), 265-71 (Eng). Heat capacity measurements on TbAsO₄ were carried out at 0.8-30°K. They show that this compd. undergoes 2 phase transitions; 1 at $27.7 \pm 0.5^\circ\text{K}$, which is caused by a crystallog. phase transition from tetragonal to orthorhombic symmetry and another $1.50 \pm 0.02^\circ\text{K}$, which is attributed to a magnetic phase transition from the paramagnetic to the anti-ferromagnetic state. An effective exchange integral and crit. parameters were detd. and compared with theory. The contribution to the heat capacity assocd. with the crystallog. phase transition shows a typical mol. field behavior; the exptl. values and the data derived from a modified mol. field theory are in very good agreement.

C.A. 1973. 78 N 12

TbAsO₄

1973

2 E907. Теплоемкость арсената тербия. Berk-
hahn W., Kahle H. G., Klein L., Schopper H. C.
The specific heat of terbium arsenate. «Phys. status soli-
di (b)», 1973, 55, № 1, 265—271 (англ.; рез. нем.)

Исследована теплоемкость TbAsO₄ в диапазоне т-р от
0,8 до 30° K, при этом вблизи 1,5 и 27,7° K обнаружены
аномалии. Первая из них, соответствующая узкому
максимуму λ-типа, обусловлена переходом из антифер-
ромагнитного в парамагнитное состояние, а вторая —
фазовому переходу из тетрагональной в ромбич. решет-
ку.

В. Е. Зиновьев

(Cp)

1974 №2

TvAs

1973

Hulliger F

БТТ №16, стр 69.

Ср

2-20K

1973

TbAsO₄(T_{tr})

53819g. Magnetic and crystallographic properties of terbium arsenate at low temperatures. Klein, L. (Phys. Inst., Univ. Karlsruhe, Karlsruhe, Ger.). *Int. J. Magn.* 1973, 5(1-3), 231-5 (Eng). The magnetic properties of TbAsO₄ were investigated by sp. heat and magnetic moment measurements. This compd. undergoes 2 phase transitions: (1) a crystallog. phase transition

from tetragonal to orthorhombic symmetry at $T_D = 27.7 \pm 0.5^\circ\text{K}$ and (2) a magnetic phase transition from the paramagnetic to the antiferromagnetic state at $T_N = 1.50 \pm 0.02^\circ\text{K}$. The crystallog. domain structures have a marked influence on the magnetic measurements below T_D .

C.A. 1974. 80. N10

1973

T.B. As Dy Influence of temperature
and external magnetic fields
on the shape of crystallographic
domains.

(T_{tr})

Kasten A.

"Int J Magn" 1973, 531-3, 167-69
(Eng)

(all Dy VO_4 ; T)

C.A. 1974 80. N10

DyVO₄; TbAsO₄ (T_{tr}) VIII 5852 1973
Kasten A., Becker P.J.,

Int. J. Magn., 1973, 5, N1-3, 157-60
(and.)

Influence of temperature
and external magnetic fields
on the shape of crystallo-
graphic do mains.
B P CA, 1974, 80, N80, 53133d

1973

TbAsO₄(T_{Neel})

53925p Observation of induced magnetism and magnetic ordering in terbium arsenate by optical spectroscopy. Wuechner, W.; Lauschie, J. (Phys. Inst., Univ. Karlsruhe, Karlsruhe, Ger.). *Int. J. Magn.* 1973, 5/1-3, 181-5 (Eng). The high-resoln. optical spectra of Tb³⁺ in TbAsO₄ show that this substance undergoes 2 phase transitions. The low-temps. Jahn-Teller induced crystallog. phase transition at $T_D = 27 \pm 1^\circ\text{K}$ lowers the tetragonal symmetry, and TbAsO₄ becomes orthorhombic. Zeeman effect measurements below T_D show that this material has an Ising-like ground state with a g value of 17.4 ± 0.6 in the orthorhombic [110] direction. Below $T_N = 1.48 \pm 0.04^\circ\text{K}$, TbAsO₄ orders antiferromagnetically in a collinear sublattice structure. The magnetic moment direction is the [100] direction of the orthorhombic unit cell. The ordering is based on exchange interaction and on induced magnetic moments between the singlet crystal field ground states sepd. by $\Delta = 0.7 \pm 0.1 \text{ cm}^{-1}$ just above T_N . The metamagnetic phase transition is studied at 0.8°K for different crystal shapes and can be well described by a "Schlauch-model."

C.A. 1974. 80. N10

TbAsO₄ (T Neel)

VIII 5888

1973

Wüchener W., Zangsch J.,

Zut. J. Magn.; 1973, 5, N1-3, 181-5
(anim.)

Observation of induced
magnetism and magnetic
ordering in terbium arse-
nate by optical spectro-
scopy.

CA, 1974, 80, N10, 53925p

(36)
9

TbAsO₄

1976

TbVO₄

(Cp, T_{Neel})

84:143950c Two-level singlet magnetism in terbium arsenate and terbium vanadate(V). Gehring, G. A.; Kahle, H. G.; Naegele, W.; Simon, A.; Wüchener, W. (Phys. Inst., Univ. Karlsruhe, Karlsruhe, Ger.). *Phys. Status Solidi B* 1976, 74(1), 297-309 (Eng). Spectroscopic and sp. heat measurements are reported on 2 singlet magnets, TbAsO₄ and TbVO₄. The ratios between the antiferromagnetic ordering temp. T_N and the splitting Δ between the 2 singlets are $T_N/\Delta = 1.58$ and $T_N/\Delta = 0.45$, resp. The expts. show considerable deviations from a mol. field theory but remarkably better agree with a self-consistent random-phase approxn. calcn. in which the experimentally detd. exchange and dipole fields are used.

(+1) ☒

C.A. 1976 84 N20

1977

TbAsO₄
DyAsO₄

5 Б392. Кристаллическая структура низкотемпературных модификаций TbAsO₄ и DyAsO₄. Long F. G., Stager C. V. Low temperature crystal structure of TbAsO₄ and DyAsO₄. «Can. J. Phys.», 1977, 55, № 18, 1633—1640 (англ.; рез. франц.)

Изучена крист. структура высокот-рных и низкот-рных модификаций TbAsO₄ (I) и DyAsO₄ (II), монокристаллы к-рых выращены из р-ра в расплаве Pb₂As₂O₇. Эксперим. набор интенсивностей получен на автоматич. дифрактометре. Структура высокот-рных I и II изучена при 300° К. Подтверждена принадлежность к тетрагон. сингонии (структурный тип циркона) с параметрами решетки a 7,105, 7,063, c 6,336, 6,304 Å.

кристаллич.
структ.



XN5 1977-X

TbAsO₄

(T_N)

1979

91:116329x Neutron diffraction study of magnetically ordered terbium arsenic oxide (TbAsO₄). Schaefer, W.; Will, G. (Mineral. Inst., Univ. Bonn, Bonn, Fed. Rep. Ger.). *J. Phys. Chem. Solids* 1979, 40(3), 239-45 (Eng). The magnetic phase transition of TbAsO₄ at T_N = 1.5 K into a helical antiferromagnetic moment configuration was studied by using neutron diffraction. The spiral structure is planar, with the propagation vector along [001] and the moments perpendicular to [001]. The propagation period is 197 Å, which is equiv. to 31 unit cell consts. The results contradict the simple collinear antiferromagnetic structure derived from macroscopic expts. (W. Wuechner; J. Laugsch, 1973).

C.A. 1979, 91N14

$TbAsO_4$

(T_N)

1979
✓ 15 Б879. Исследование дифракции нейтронов в магнитно упорядоченном $TbAsO_4$. Schäfer W., Will G. Neutron diffraction study of magnetically ordered $TbAsO_4$. «J. Phys. and Chem. Solids», 1979, 40, № 3, 239—245 (англ.)

В области низких т-р до 1 К исследована дифракция нейтронов с длиной волны 1,203 Å порошкообразными образцами $TbAsO_4$, испытывающего кристаллографич. фазовый переход при $27,7 \pm 0,5$ К и магнитный фазовый переход при $T_N = 1,48 \pm 0,04$ К. Показано, что в антиферромагнитной фазе магнитная структура носит спиральный характер с векторами момента, перпендикулярными с-оси и лежащими в ab -плоскости. Вращение векторов происходит вокруг направления [001]. Период одного витка спирали составляет 197 ± 12 Å или 31 ± 2 элементарных ячейки. Отмечено, что это один из самых больших периодов, найденных в антиферромагнетиках.
Г. Л. Апарников

2. 1979, N15

TbAsO₄

Ysmailzade Y. M. et al

1980

Ferroelectrics, 1980, 23,
N1-2, 35-38

T_{tr}

• Cu P₂AsO₄ i⁻

Thats Common total 1980.

Mulokozi A. M.

(144) 4. Less-Common Metals
1980, 75, 125-132.

TbAs

Одг. с. 12472

1981

Рухинадзе В. Г., и др.

(ср)

Сообщ. АН Груз. ССР,
1981, 103 (1), 129-131.



Т/Аз(к)

[Ом. 19583]

1983

Рухнагузе В.Т., Фарзиев -
левиев Д. Ул. и др.,

Дфб;

Узб. Акад. Наук Трудов. сер,
1983, 9, N1, 48 -

As - Tb

1986

термодинамические
данные

106: 144847m The arsenic-terbium system. Gschneidner, K. A. Jr.; Calderwood, F. W. (Rare-Earth Inf. Cent., Iowa State Univ., Ames, IA 50011 USA). *Bull. Alloy Phase Diagrams* 1986, 7(4), 351 (Eng). Crystal structure and thermodyn. data of the system are discussed. One intermediate phase, TbAs, is known. No phase diagram is given.

C.A. 1987, 106, N 18

Tb_6Al_3Si

1989

6 БЗ272. Магнитные фазовые переходы в области гомогенности соединения Tb_4Al_2Si / Дубенко И. С., Евдокимов А. А., Мещеряков В. Ф. // 5 Всес. конф. по кристаллохимии интерметал. соедин.: Тез. докл., Львов, 17—19 окт., 1989.— Львов, 1989.— С. 178.— Рус.

Методами РФА и РСТА установлено, что Tb_6Al_3Si кристаллизуется в тетрагон. сингонюк ($I4/mcm$, $Z=8$) a 11,581 (6), c 15,039 (3) Å; атомы тербия расположены в трех кристаллографически неэквивалентных позициях с кратностью 1:4:1. Ниже $T_N \approx 90$ К соединение Tb_6Al_3Si имеет сложную магн. структуру, причем магн. восприимчивость по мере понижения T проходит через 3 максимума при $T_N \approx 90$ К, $T_1 \sim 60$ К, $T_2 \sim 25$ К. Исследование магн. состояния образцов из обл. гомогенности фазы Tb_6Al_3Si показало, что упорядочение магн. моментов атомов тербия в этих соединениях носит антиферромагн. (АФ) характер и в нулевом магн. поле существуют три различные АФ структуры, особенностью к-рых является наличие неск. магн. фазовых переходов, индуцируемых внешним магн. полем при $T < T_N$.

По резюме

(T_2)

Х. 1990, № 6

TbAsO₄

1989

17 Б2026. Рентгенографическое порошковое исследование термического расширения некоторых соединений редкоземельных элементов со структурой типа циркона. X-ray powder diffraction studies of the thermal expansion in some zircon-type rare earth compounds / Vishnuvardhan Reddy C., Satyanarayana Murthy K., Kistaiah P. // Lanthanide and Actinide Res.— 1989—1990.— 3, № 2.— С. 123—139.— Англ.

Рентгенографически прослежен (метод порошка) характер теплового расширения решеток соединений TbAsO₄ (I), HoAsO₄ (II) и TmAsO₄ (III), характеризующихся структурой типа циркона, в т-ном интервале 300—890 К. Параметры решетки (ф. гр. I4₁/amd): I, 300 К, *a* 0,71017, *c* 0,63345; 889, 0,71198, 0,63629; II 300, 0,70570, 0,63073; 889, 0,70861, 0,63209; III 300, 0,69986, 0,62605; 889, 0,70193, 0,62917 нм. Коэф. термич. расширения α (10⁻⁶ К⁻¹) в указанном интервале т-р: I α_a 3,95, α_c 7,38; II 6,24, 8,10; III 5,12, 8,80. Выявленный существенно анизотропный характер расширения решетки со значительно более сильным расширением вдоль оси *c* объясняется более слабым взаимодействием в этом направлении между тетраэдрами AsO₄ и катионами Tb, Ho, Tm. С. В. Соболева

42

X.1990, N17

TbAsO₄

1989-1990

6 Е390. Рентген-дифрактометрическое изучение теплового расширения некоторых поликристаллических редкоземельных соединений со структурой типа циркона. X-ray powder diffraction studies of the thermal expansion in some zircon-type rare earth compounds / Vishnuvardhan Reddy C., Satyanarayana Murthy K., Kistaiah P. // Lanthanide and Actinide Res.— 1989.— 1990.— 3.— С. 123—139.— Англ.

Фотографическим методом Дебая—Шеррера в излучении $\text{CuK}\alpha$ определены температурные зависимости параметров решетки $a(T)$ и $c(T)$ тетрагональных редкоземельных арсенатов TbAsO_4 , HoAsO_4 и TmAsO_4 в интервале т-р 300—890 К. По этим данным вычислены компоненты тензора теплового расширения α_{ij} , которые оказались линейными ф-циями т-ры. Результаты пред-

(+2)



Р. 1990. №6

ставлены графически и табулированы. Показано, что $\alpha_c > \alpha_a$ для всех соединений и анизотропия слабо изменяется с ростом т-ры. Кратко обсуждена анизотропия α_{ij} в связи с анизотропией структуры этих соединений.

В. П. Михальченко

