

Acta Crystallographica Section E

Structure Reports

Online

ISSN 1600-5368

 $\text{Na}_2\text{MoO}_2\text{As}_2\text{O}_7$

Raja Jouini, Mohamed Faouzi Zid* and Ahmed Driss

 Laboratoire de Matériaux et Cristallographie, Faculté des Sciences de Tunis,
 Université de Tunis ElManar, 2092 ElManar II Tunis, Tunisia
 Correspondence e-mail: faouzi.zid@fst.rnu.tn

Received 17 November 2012; accepted 23 November 2012

 Key indicators: single-crystal X-ray study; $T = 298$ K; mean $\sigma(\text{Mo}-\text{O}) = 0.003$ Å; disorder in main residue; R factor = 0.022; wR factor = 0.058; data-to-parameter ratio = 13.1.

Disodium molybdenum dioxide diarsenate, $\text{Na}_2\text{MoO}_2\text{As}_2\text{O}_7$, has been synthesized by a solid-state reaction. The structure is built up from $\text{MoAs}_2\text{O}_{12}$ linear units sharing corners to form a three-dimensional framework containing tunnels running along the a -axis direction in which the Na^+ cations are located. In this framework, the As^{V} atoms are tetrahedrally coordinated and form an As_2O_7 group. The Mo^{VI} atom is displaced from the center of an octahedron of O atoms. Two Na^+ cations are disordered about inversion centres. Structural relationships between different compounds: $A_2\text{MoO}_2\text{As}_2\text{O}_7$ ($A = \text{K}, \text{Rb}$), AMOP_2O_7 ($A = \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}$; $M = \text{Mo}, \text{Nb}$) and MoP_2O_7 are discussed.

Related literature

For background to the physico-chemical properties of related compounds, see: Daidouh *et al.* (1997); Troup & Clearfield (1977); Guesdon *et al.* (1990). For details of structurally related compounds, see: Averbuch-Pouchot (1988, 1989); Zid *et al.* (1998, 2003); Ledain *et al.* (1996); Gueho *et al.* (1992); Fakhfakh *et al.* (1994); Linde *et al.* (1980); Leclaire *et al.* (1988). For the preparation, see: Zid & Jouini (1996); Zid *et al.* (1997, 1998); Hajji *et al.* (2004); Hajji & Zid (2006); Jouini *et al.* (2012); Ben Hlila *et al.* (2009). For bond-valence sums, see: Brown & Altermatt (1985).

Experimental

Crystal data

 $\text{Na}_2\text{MoO}_2\text{As}_2\text{O}_7$
 $M_r = 435.76$
 Monoclinic, $P2_1/c$
 $a = 7.1130$ (7) Å
 $b = 12.056$ (2) Å
 $c = 9.8030$ (9) Å
 $\beta = 100.48$ (2)°

 $V = 826.63$ (18) Å³
 $Z = 4$
 Mo $K\alpha$ radiation
 $\mu = 9.66$ mm⁻¹
 $T = 298$ K
 $0.56 \times 0.32 \times 0.21$ mm

Data collection

 Enraf-Nonius CAD-4
 diffractometer
 Absorption correction: ψ scan
 (North *et al.*, 1968)
 $T_{\text{min}} = 0.037$, $T_{\text{max}} = 0.134$
 2280 measured reflections

 1790 independent reflections
 1711 reflections with $I > 2\sigma(I)$
 $R_{\text{int}} = 0.019$
 2 standard reflections every 120 min
 intensity decay: 1.2%

Refinement

 $R[F^2 > 2\sigma(F^2)] = 0.022$
 $wR(F^2) = 0.058$
 $S = 1.25$
 1790 reflections

 137 parameters
 $\Delta\rho_{\text{max}} = 0.83$ e Å⁻³
 $\Delta\rho_{\text{min}} = -0.75$ e Å⁻³

Data collection: *CAD-4 EXPRESS* (Duisenberg, 1992; Macíček & Yordanov, 1992); cell refinement: *CAD-4 EXPRESS*; data reduction: *XCAD4* (Harms & Wocadlo, 1995); program(s) used to solve structure: *SHELXS97* (Sheldrick, 2008); program(s) used to refine structure: *SHELXL97* (Sheldrick, 2008); molecular graphics: *DIAMOND* (Brandenburg, 1998); software used to prepare material for publication: *WinGX* (Farrugia, 2012).

Supplementary data and figures for this paper are available from the IUCr electronic archives (Reference: BR2214).

References

- Averbuch-Pouchot, M. T. (1988). *Acta Cryst.* **C44**, 2046–2048.
 Averbuch-Pouchot, M. T. (1989). *J. Solid State Chem.* **79**, 296–299.
 Ben Hlila, S., Zid, M. F. & Driss, A. (2009). *Acta Cryst.* **E65**, i11.
 Brandenburg, K. (1998). *DIAMOND*. University of Bonn, Germany.
 Brown, I. D. & Altermatt, D. (1985). *Acta Cryst.* **B41**, 244–247.
 Daidouh, A., Veiga, M. L. & Pico, C. (1997). *J. Solid State Chem.* **130**, 28–24.
 Duisenberg, A. J. M. (1992). *J. Appl. Cryst.* **25**, 92–96.
 Fakhfakh, M., Oyetola, S., Jouini, N., Verbaere, A. & Piffard, Y. (1994). *Mater. Res. Bull.* **29**, 97–105.
 Farrugia, L. J. (2012). *J. Appl. Cryst.* **45**, 849–854.
 Gueho, C., Borel, M. M., Grandin, A., Leclaire, A. & Raveau, B. (1992). *Z. Anorg. Allg. Chem.* **615**, 104–108.
 Guesdon, A., Borel, M. M., Leclaire, A., Grandin, A. & Raveau, B. (1990). *J. Solid State Chem.* **89**, 83–87.
 Hajji, M. & Zid, M. F. (2006). *Acta Cryst.* **E62**, i114–i116.
 Hajji, M., Zid, M. F., Driss, A. & Jouini, T. (2004). *Acta Cryst.* **C60**, i76–i78.
 Harms, K. & Wocadlo, S. (1995). *XCAD4*. University of Marburg, Germany.
 Jouini, R., Zid, M. F. & Driss, A. (2012). *Acta Cryst.* **E68**, i24.
 Leclaire, A., Borel, M. M., Grandin, A. & Raveau, B. (1988). *Eur. J. Solid State Inorg. Chem.* **25**, 323–328.
 Ledain, S., Leclaire, A., Borel, M. M., Provost, J. & Raveau, B. (1996). *J. Solid State Chem.* **124**, 24–28.
 Linde, S. A., Gorbunova, Yu. E., Lavrov, A. V. & Tananaev, I. V. (1980). *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **250**, 96–99.
 Macíček, J. & Yordanov, A. (1992). *J. Appl. Cryst.* **25**, 73–80.
 North, A. C. T., Phillips, D. C. & Mathews, F. S. (1968). *Acta Cryst.* **A24**, 351–359.
 Sheldrick, G. M. (2008). *Acta Cryst.* **A64**, 112–122.
 Troup, J. M. & Clearfield, A. (1977). *Inorg. Chem.* **16**, 3311–3313.
 Zid, M. F., Driss, A. & Jouini, T. (1997). *J. Solid State Chem.* **133**, 386–390.
 Zid, M. F., Driss, A. & Jouini, T. (1998). *J. Solid State Chem.* **141**, 500–507.
 Zid, M. F., Driss, A. & Jouini, T. (2003). *Acta Cryst.* **E59**, i65–i67.
 Zid, M. F. & Jouini, T. (1996). *Acta Cryst.* **C52**, 1334–1336.

supporting information

Acta Cryst. (2012). E68, i93 [doi:10.1107/S1600536812048167]

Na₂MoO₂As₂O₇**Raja Jouini, Mohamed Faouzi Zid and Ahmed Driss****S1. Comment**

L'élaboration de nouveaux matériaux à charpentes mixtes constituées d'octaèdres MO₆ (*M*= métal de transition) et de tétraèdres XO₄ (*X*= P, As) est un domaine d'intense activité. En effet, ces matériaux peuvent être potentiellement des conducteurs ioniques (Daidouh *et al.*, 1997), des échangeurs d'ions (Troup & Clearfield, 1977) ou bien comme produits d'intercalation (Guesdon *et al.*, 1990).

C'est dans ce cadre que nous avons exploré les systèmes A—Mo—As—O (A= alcalin, argent) dans lesquels nous avons précédemment caractérisé les phases suivantes: K₂MoO₂As₂O₇ (Zid & Jouini, 1996), AgMoO₂AsO₄ (Hajji & Zid, 2006), Rb₂MoO₂As₂O₇ (Zid *et al.*, 1998) et Na₂(MoO₂)₃(As₂O₇)₂ (Jouini *et al.*, 2012).

Une nouvelle phase de formulation Na₂MoO₂As₂O₇ a été synthétisée par réaction à l'état solide. L'unité *asymétrique* dans la structure renferme un octaèdre MoO₆ et un groupement diarséniate As₂O₇ reliés par mise en commun d'un sommet formant ainsi l'unité MoAs₂O₁₂ (Fig. 1). Ces dernières s'associent par mise en commun de sommets pour établir des chaînes infinies MoAs₂O₁₁ disposées selon la direction [10–1] (Fig. 2). L'association de ces chaînes est assurée par partage de sommets entre les polyèdres de nature différente conduisant à des couches ondulées MoAs₂O₁₀ (Fig. 3). Ces dernières présentent dans le plan *ac* des rangées d'octaèdres MoO₆ entre lesquelles sont disposés les groupements diarséniate (Fig. 4). La cohésion de ces feuillets, assurée par formation de ponts mixtes Mo—O—As conduit à une structure tridimensionnelle possédant de larges canaux où logent les cations Na⁺ (Fig. 5).

L'examen des facteurs géométriques dans la structure montre qu'ils sont conformes à ceux rencontrés dans la littérature (Zid *et al.*, 1997; Hajji *et al.*, 2004; Hajji & Zid, 2006; Ben Hlila *et al.*, 2009). De plus, l'utilisation de la méthode BVS, pour le calcul des différentes valences des liaisons, utilisant la formule empirique de Brown (Brown & Altermatt, 1985) vérifie bien les valeurs attendues de charges des ions: Mo1(5,955), As1(4,790), As2(4,913), Na1(0,900), Na2(0,815) et Na3(0,899).

La comparaison de la structure de Na₂MoO₂As₂O₇ avec celles rencontrées dans la littérature et de formulation analogue A₂MoO₂P₂O₇ (A=Cs (Averbuch-Pouchot, 1988); A=NH₄ (Averbuch-Pouchot, 1989); A=K (Zid *et al.*, 2003)) et A₂MoO₂As₂O₇ (A=K (Zid & Jouini, 1996); A=Rb (Zid *et al.*, 1998)) montre que les diphosphates présentent des charpentes unidimensionnelles (one-dimensional) qui sont construites moyennant des unités cycliques de formulation MoP₂O₁₁ dans lesquelles un octaèdre MoO₆ partage deux de ses sommets avec le même groupement P₂O₇. En revanche, une relation structurale peut être mise en évidence d'une part entre le diarséniate étudié et ceux de type A₂MoO₂As₂O₇ (A=K (Zid & Jouini, 1996); A=Rb (Zid *et al.*, 1998)) et d'autre part avec les composés de formulation différente AMOP₂O₇ (A=Na, *M*=Mo (Ledain *et al.*, 1996); A=K, *M*=Mo (Gueho *et al.*, 1992); A=Rb, *M*=Nb (Fakhfakh *et al.*, 1994) et A=K, *M*=Nb (Linde *et al.*, 1980)). En effet, leurs charpentes renferment le même type d'unité linéaire MX₂O₁₂ (*M*=Mo, Nb et *X*= P, As). Cependant ces structures diffèrent par l'organisation de ces unités. Elles s'associent par mise en commun de sommets pour former des chaînes parallèles qui se lient au moyen de ponts mixtes Mo—O—As pour conduire à des charpentes (two-dimensional) dans les diarséniate K₂MoO₂As₂O₇ et Rb₂MoO₂As₂O₇. Alors qu'elles s'organisent en

chaînes ondulées dans les diphosphates AMoOP_2O_7 ($A=\text{Na}, \text{K}$) et ANbOP_2O_7 ($A=\text{K}, \text{Rb}$). Ces chaînes s'associent par formation de ponts mixtes M—O—P ($M=\text{Mo}, \text{Nb}$) pour conduire à des charpentes tridimensionnelles (three-dimensional). Ces unités linéaires $\text{MoX}_2\text{O}_{12}$ ($X=\text{P}, \text{As}$) forment par mise en commun de tous les sommets entre polyèdres de nature différente des charpentes (three-dimensional) donnant lieu à un oxyde mixte de formulation MoP_2O_7 (Leclaire *et al.*, 1988). La compensation de la charge dans ce dernier a été assurée d'une part par élimination du cation et d'autre part réduction de l'ion molybdenium.

S2. Experimental

Les cristaux relatifs à la phase $\text{Na}_2\text{MoO}_2\text{As}_2\text{O}_7$ ont été obtenus à partir des réactifs solides Na_2CO_3 (Prolabo, 27778), $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_4\text{O}_{13}$ (Fluka, 69858) et $\text{NH}_4\text{H}_2\text{AsO}_4$ (préparé au laboratoire, ASTM 01–775) pris dans les proportions: $\text{Na}:\text{Mo}:\text{As}=2:1:2$. Le mélange a été finement broyé, puis préchauffé à l'air jusqu'à 623 K pendant 24 heures en vue d'éliminer les composés volatils. Après refroidissement et broyage, la préparation est portée, proche de la fusion pour favoriser la germination et la croissance des cristaux, à 838 K pendant une semaine. Le résidu final a subi en premier un refroidissement lent (5°/demi journée, à 778 K) puis un second rapide (50°/h) jusqu'à la température ambiante. Par lavage à l'eau chaude des cristaux de couleur jaunâtre de qualité et de taille suffisante ont été séparés pour analyse par DRX.

S3. Refinement

Les deux ions Na_2 et Na_3 sont situés sur des positions *spéciales*. Ayant des agitations thermiques assez élevées, leurs coordonnées atomiques ont été affinées et conduit statistiquement vers des positions très proches respectivement de leurs positions initiales. En effet, l'affinement final des facteurs thermiques anisotropes conduit à des ellipsoïdes bien définis. De plus, les densités d'électrons maximums et minimums restant dans la Fourier différence, sont acceptables et sont situées respectivement à 0,96 Å de O5 et à 0,96 Å de As2.

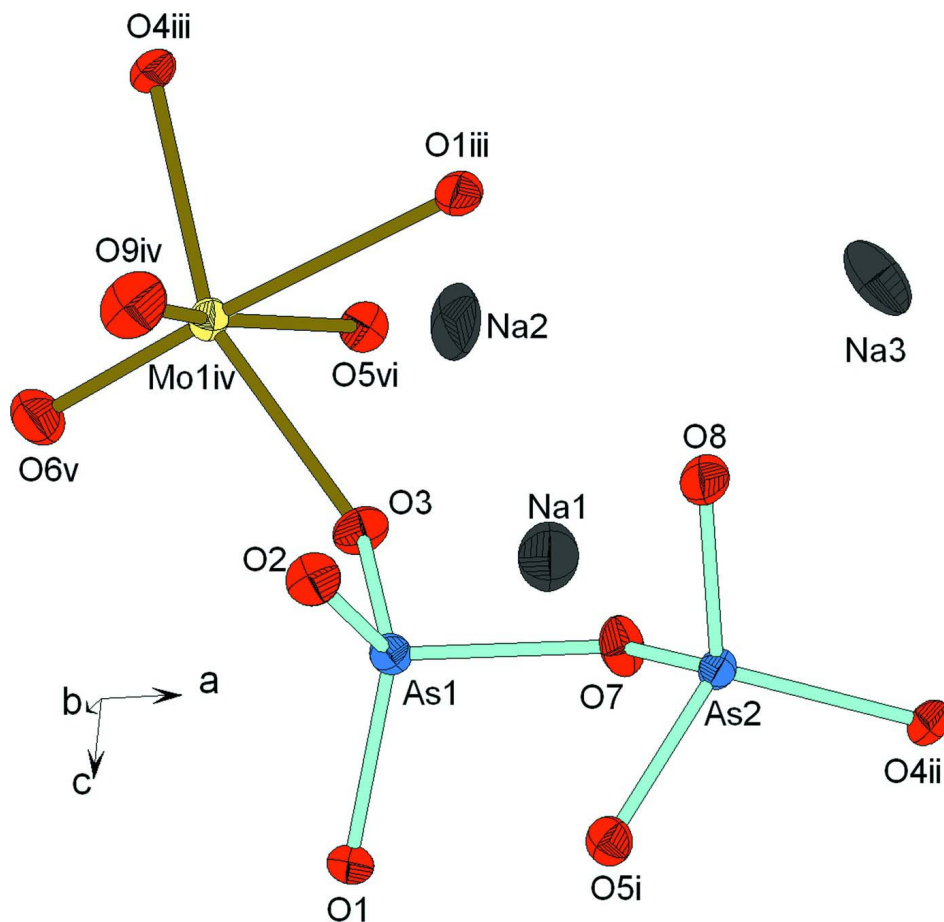
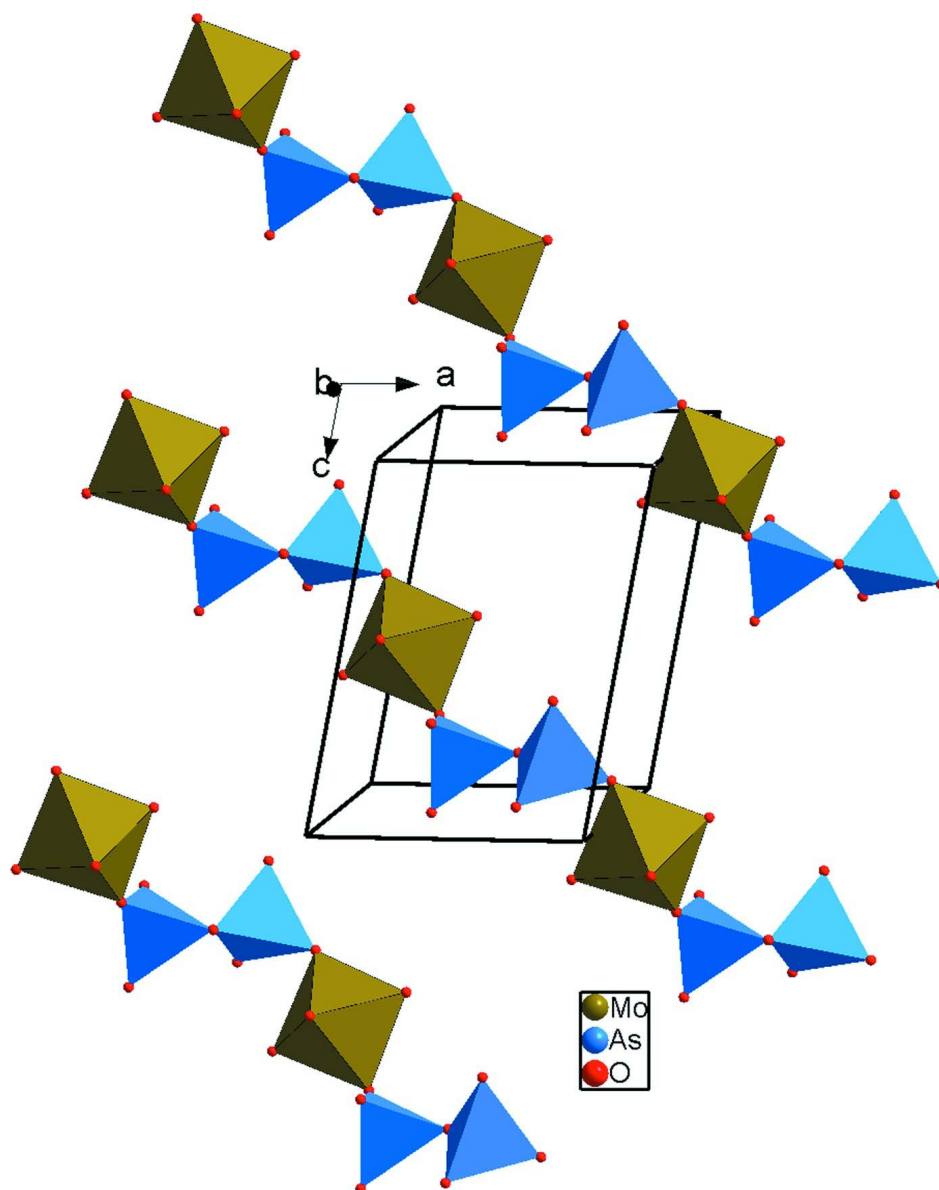
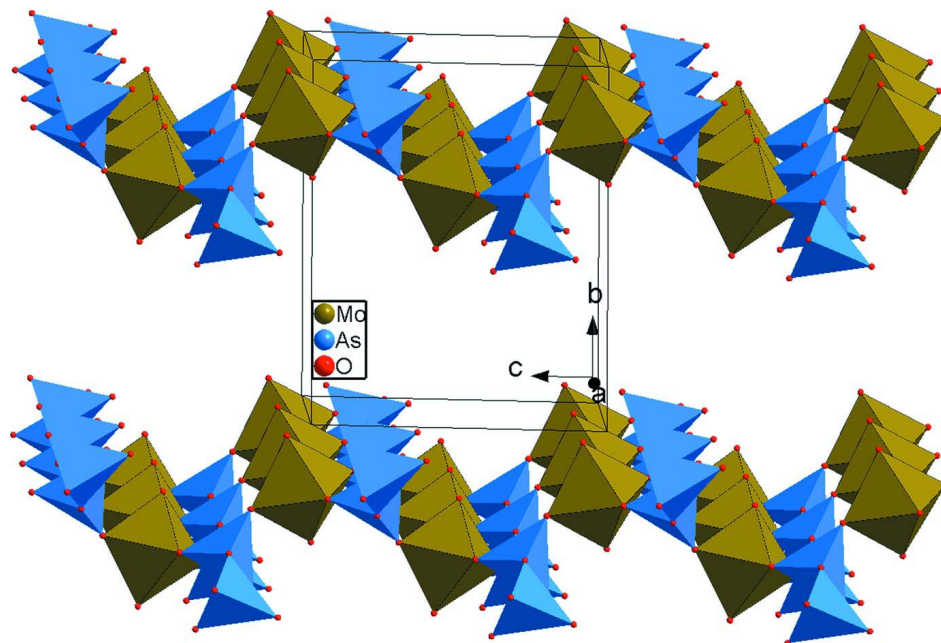


Figure 1

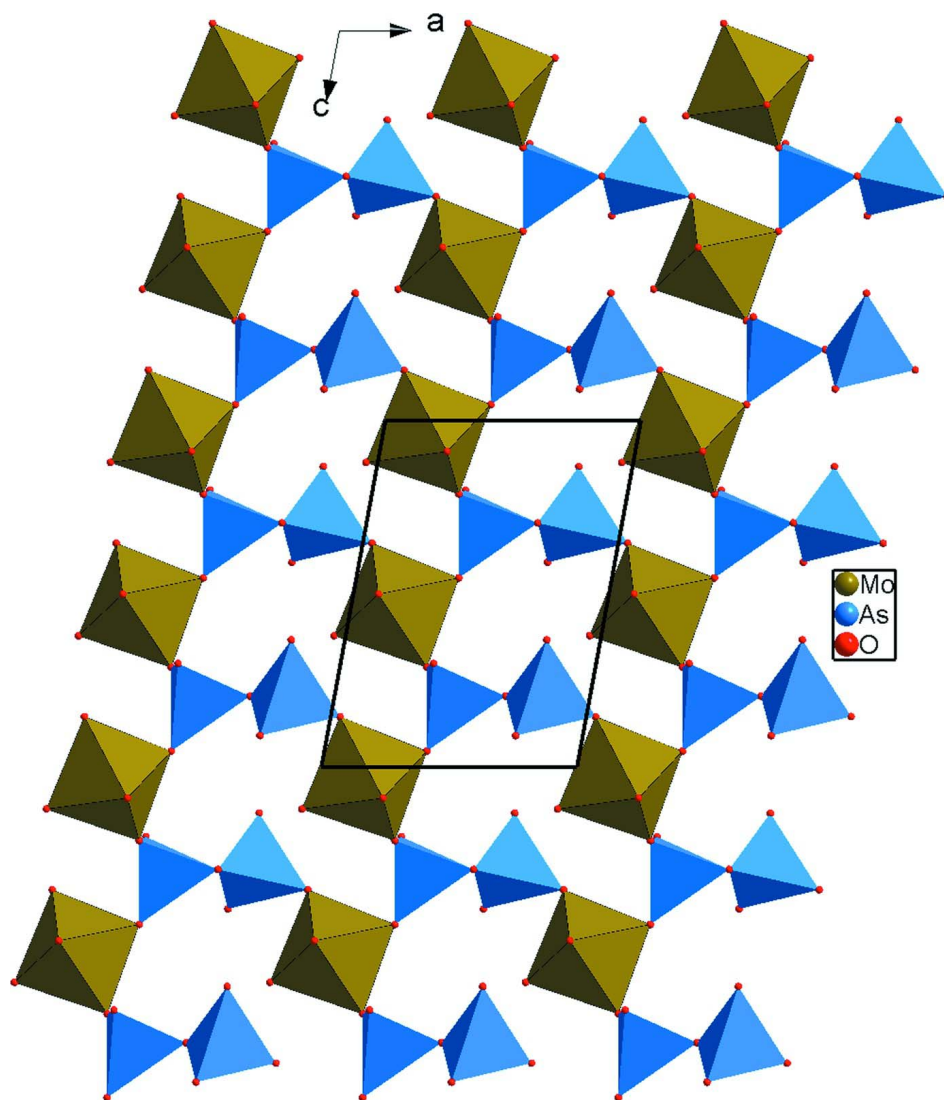
Unité *asymétrique* dans $\text{Na}_2\text{MoO}_2\text{As}_2\text{O}_7$. Les ellipsoïdes ont été définis avec 50% de probabilités. [codes de symétrie:(i) $x, 1 + y, z$; (ii) $1 + x, y, z$; (iii) $x, 3/2 - y, -1/2 + z$; (iv) $x, 3/2 - y, 1/2 + z$; (v) $-1 + x, 3/2 - y, 1/2 + z$; (vi) $1 - x, 1/2 + y, 3/2 - z$].

**Figure 2**

Projection de chaînes de type MoAs₂O₁₁ selon la direction [10-1].

**Figure 3**

Disposition de couches ondulées de type MoAs₂O₁₀ selon **c**.

**Figure 4**

Projection d'une couche de type MoAs₂O₁₀ dans le plan *ac*.

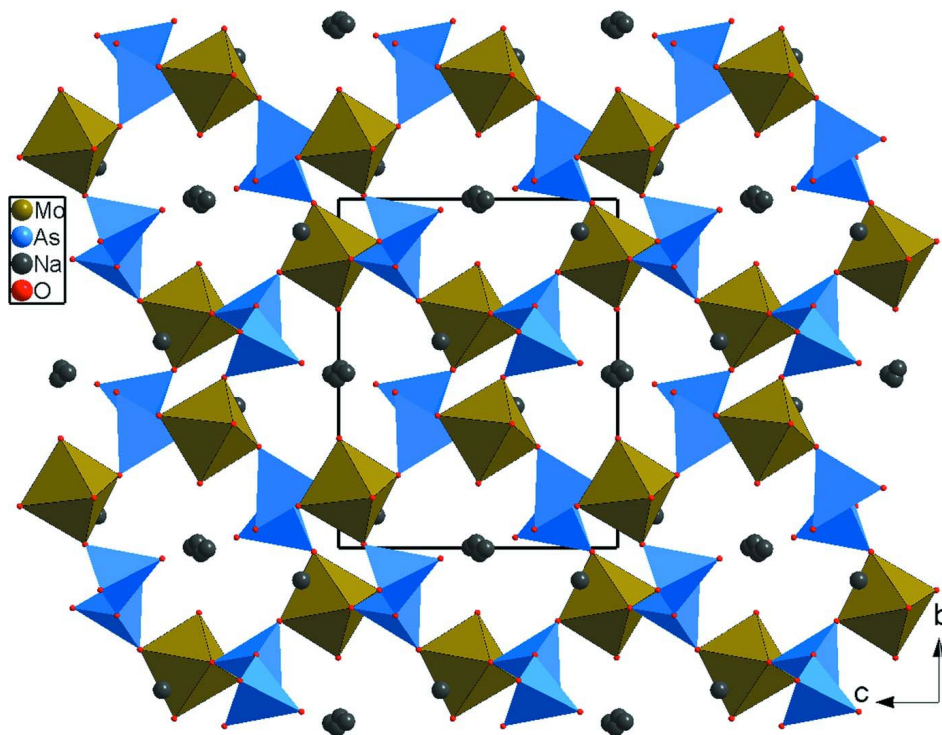


Figure 5

Projection de la structure de $\text{Na}_2\text{MoO}_2\text{As}_2\text{O}_7$ selon **a**, mettant en évidence les canaux où logent les cations Na^+ .

Disodium molybdenum dioxide diarsenate

Crystal data

$\text{Na}_2\text{MoO}_2\text{As}_2\text{O}_7$

$M_r = 435.76$

Monoclinic, $P2_1/c$

Hall symbol: -P 2ybc

$a = 7.1130$ (7) Å

$b = 12.056$ (2) Å

$c = 9.8030$ (9) Å

$\beta = 100.48$ (2)°

$V = 826.63$ (18) Å³

$Z = 4$

$F(000) = 808$

$D_x = 3.501$ Mg m⁻³

Mo $K\alpha$ radiation, $\lambda = 0.71073$ Å

Cell parameters from 25 reflections

$\theta = 10\text{--}15^\circ$

$\mu = 9.66$ mm⁻¹

$T = 298$ K

Prism, yellow

$0.56 \times 0.32 \times 0.21$ mm

Data collection

Enraf-Nonius CAD-4

diffractometer

Radiation source: fine-focus sealed tube

Graphite monochromator

$\omega/2\theta$ scans

Absorption correction: ψ scan

(North *et al.*, 1968)

$T_{\min} = 0.037$, $T_{\max} = 0.134$

2280 measured reflections

1790 independent reflections

1711 reflections with $I > 2\sigma(I)$

$R_{\text{int}} = 0.019$

$\theta_{\max} = 27.0^\circ$, $\theta_{\min} = 2.7^\circ$

$h = -9 \rightarrow 9$

$k = -1 \rightarrow 15$

$l = -12 \rightarrow 1$

2 standard reflections every 120 min

intensity decay: 1.2%

Refinement

Refinement on F^2

Least-squares matrix: full

$R[F^2 > 2\sigma(F^2)] = 0.022$

$wR(F^2) = 0.058$

$S = 1.25$

1790 reflections

137 parameters

0 restraints

Primary atom site location: structure-invariant
direct methods

Secondary atom site location: difference Fourier
map

$w = 1/[\sigma^2(F_o^2) + (0.0229P)^2 + 2.4476P]$

where $P = (F_o^2 + 2F_c^2)/3$

$(\Delta/\sigma)_{\max} = 0.001$

$\Delta\rho_{\max} = 0.83 \text{ e } \text{\AA}^{-3}$

$\Delta\rho_{\min} = -0.75 \text{ e } \text{\AA}^{-3}$

Extinction correction: *SHELXL97* (Sheldrick,
2008), $F_c^* = kF_c[1 + 0.001x F_c^2 \lambda^3 / \sin(2\theta)]^{-1/4}$

Extinction coefficient: 0.0083 (4)

Special details

Geometry. All e.s.d.'s (except the e.s.d. in the dihedral angle between two l.s. planes) are estimated using the full covariance matrix. The cell e.s.d.'s are taken into account individually in the estimation of e.s.d.'s in distances, angles and torsion angles; correlations between e.s.d.'s in cell parameters are only used when they are defined by crystal symmetry. An approximate (isotropic) treatment of cell e.s.d.'s is used for estimating e.s.d.'s involving l.s. planes.

Refinement. Refinement of F^2 against ALL reflections. The weighted R -factor wR and goodness of fit S are based on F^2 , conventional R -factors R are based on F , with F set to zero for negative F^2 . The threshold expression of $F^2 > \sigma(F^2)$ is used only for calculating R -factors(gt) etc. and is not relevant to the choice of reflections for refinement. R -factors based on F^2 are statistically about twice as large as those based on F , and R -factors based on ALL data will be even larger.

Fractional atomic coordinates and isotropic or equivalent isotropic displacement parameters (\AA^2)

	x	y	z	$U_{\text{iso}}^*/U_{\text{eq}}$	Occ. (<1)
Mo1	0.14180 (4)	0.82040 (3)	0.04354 (3)	0.01031 (11)	
As1	0.42263 (5)	0.83066 (3)	0.78808 (4)	0.01048 (12)	
As2	0.81207 (5)	0.92725 (3)	0.79392 (4)	0.00972 (12)	
Na1	0.3687 (3)	0.09290 (17)	0.8660 (2)	0.0314 (4)	
Na2	0.504 (10)	0.986 (5)	0.494 (7)	0.047 (7)	0.50
Na3	0.9657 (8)	0.9978 (6)	0.4736 (5)	0.0263 (13)	0.50
O1	0.4007 (4)	0.8279 (2)	0.9549 (3)	0.0166 (6)	
O2	0.3637 (4)	0.9467 (2)	0.7019 (3)	0.0165 (6)	
O3	0.3405 (4)	0.7092 (2)	0.7129 (3)	0.0151 (5)	
O4	0.0359 (4)	0.8798 (2)	0.8550 (3)	0.0142 (5)	
O5	0.7368 (4)	0.0110 (2)	0.9099 (3)	0.0136 (5)	
O6	0.9545 (4)	0.8561 (3)	0.1218 (3)	0.0212 (6)	
O7	0.6693 (4)	0.8070 (2)	0.7961 (3)	0.0158 (6)	
O8	0.7899 (4)	0.9695 (3)	0.6338 (3)	0.0198 (6)	
O9	0.0977 (5)	0.6856 (2)	0.0018 (3)	0.0237 (7)	

Atomic displacement parameters (\AA^2)

	U^{11}	U^{22}	U^{33}	U^{12}	U^{13}	U^{23}
Mo1	0.00956 (17)	0.00924 (17)	0.01180 (17)	0.00032 (11)	0.00105 (12)	0.00149 (11)
As1	0.0103 (2)	0.01014 (19)	0.01110 (19)	-0.00184 (13)	0.00220 (14)	-0.00231 (13)
As2	0.00852 (18)	0.01071 (19)	0.00969 (18)	-0.00010 (13)	0.00098 (13)	0.00109 (13)
Na1	0.0221 (9)	0.0364 (10)	0.0343 (10)	0.0016 (8)	0.0013 (8)	-0.0166 (9)
Na2	0.023 (4)	0.09 (2)	0.026 (9)	0.028 (13)	0.005 (5)	0.027 (13)
Na3	0.032 (4)	0.0183 (15)	0.035 (4)	0.002 (3)	0.022 (3)	0.004 (3)

O1	0.0135 (13)	0.0258 (15)	0.0105 (12)	0.0011 (11)	0.0024 (10)	-0.0042 (11)
O2	0.0182 (14)	0.0141 (13)	0.0169 (13)	0.0001 (11)	0.0023 (11)	0.0011 (11)
O3	0.0167 (13)	0.0130 (13)	0.0144 (12)	-0.0048 (11)	-0.0001 (10)	-0.0022 (11)
O4	0.0113 (12)	0.0185 (14)	0.0116 (12)	0.0022 (10)	-0.0010 (10)	0.0018 (10)
O5	0.0139 (12)	0.0115 (12)	0.0153 (12)	0.0018 (10)	0.0023 (10)	-0.0009 (10)
O6	0.0173 (14)	0.0267 (15)	0.0211 (14)	0.0035 (12)	0.0073 (11)	0.0058 (12)
O7	0.0122 (13)	0.0116 (12)	0.0243 (14)	-0.0022 (10)	0.0056 (11)	-0.0031 (11)
O8	0.0152 (13)	0.0312 (16)	0.0129 (13)	0.0042 (12)	0.0024 (10)	0.0085 (12)
O9	0.0277 (16)	0.0133 (14)	0.0277 (16)	-0.0043 (12)	-0.0014 (13)	0.0008 (12)

Geometric parameters (Å, °)

Mo1—O9	1.692 (3)	Na1—O2 ^{viii}	2.382 (3)
Mo1—O6 ⁱ	1.709 (3)	Na1—O6 ^{iv}	2.403 (3)
Mo1—O4 ⁱⁱ	1.997 (3)	Na1—O3 ^{ix}	2.725 (3)
Mo1—O3 ⁱⁱⁱ	2.006 (3)	Na1—O5 ^x	2.749 (3)
Mo1—O1 ⁱⁱ	2.177 (3)	Na1—O5	2.759 (3)
Mo1—O5 ^{iv}	2.223 (3)	Na1—O7 ^{ix}	3.017 (3)
As1—O2	1.649 (3)	Na2—O8	2.25 (7)
As1—O1	1.671 (3)	Na2—O8 ^{xi}	2.29 (7)
As1—O3	1.695 (3)	Na2—O2 ^{xi}	2.43 (7)
As1—O7	1.765 (3)	Na2—O2	2.47 (7)
As2—O8	1.630 (3)	Na3—O8	2.204 (8)
As2—O5 ^v	1.679 (3)	Na3—O8 ^{xii}	2.226 (7)
As2—O4 ^{vi}	1.695 (3)	Na3—O9 ^{xiii}	2.329 (8)
As2—O7	1.772 (3)	Na3—O9 ^{xiv}	2.398 (8)
Na1—O1 ^{vii}	2.374 (3)	Na3—O2 ^{xi}	2.726 (5)
O9—Mo1—O6 ⁱ	103.00 (16)	O6 ^{iv} —Na1—O3 ^{ix}	131.68 (13)
O9—Mo1—O4 ⁱⁱ	95.67 (13)	O1 ^{vii} —Na1—O5 ^x	81.05 (10)
O6 ⁱ —Mo1—O4 ⁱⁱ	97.55 (13)	O2 ^{viii} —Na1—O5 ^x	103.30 (12)
O9—Mo1—O3 ⁱⁱⁱ	95.80 (14)	O6 ^{iv} —Na1—O5 ^x	70.98 (10)
O6 ⁱ —Mo1—O3 ⁱⁱⁱ	99.37 (13)	O3 ^{ix} —Na1—O5 ^x	142.44 (11)
O4 ⁱⁱ —Mo1—O3 ⁱⁱⁱ	156.85 (11)	O1 ^{vii} —Na1—O5	61.30 (10)
O9—Mo1—O1 ⁱⁱ	94.41 (14)	O2 ^{viii} —Na1—O5	74.79 (10)
O6 ⁱ —Mo1—O1 ⁱⁱ	162.57 (13)	O6 ^{iv} —Na1—O5	166.71 (13)
O4 ⁱⁱ —Mo1—O1 ⁱⁱ	79.62 (11)	O3 ^{ix} —Na1—O5	58.68 (9)
O3 ⁱⁱⁱ —Mo1—O1 ⁱⁱ	79.51 (11)	O5 ^x —Na1—O5	95.82 (10)
O9—Mo1—O5 ^{iv}	167.51 (13)	O1 ^{vii} —Na1—O7 ^{ix}	91.68 (11)
O6 ⁱ —Mo1—O5 ^{iv}	89.03 (13)	O2 ^{viii} —Na1—O7 ^{ix}	106.75 (11)
O4 ⁱⁱ —Mo1—O5 ^{iv}	85.92 (10)	O6 ^{iv} —Na1—O7 ^{ix}	79.20 (11)
O3 ⁱⁱⁱ —Mo1—O5 ^{iv}	78.69 (11)	O3 ^{ix} —Na1—O7 ^{ix}	53.88 (8)
O1 ⁱⁱ —Mo1—O5 ^{iv}	73.65 (10)	O5 ^x —Na1—O7 ^{ix}	143.06 (10)
O2—As1—O1	117.26 (14)	O5—Na1—O7 ^{ix}	112.34 (10)
O2—As1—O3	118.35 (14)	O8—Na2—O8 ^{xi}	171 (3)
O1—As1—O3	108.81 (14)	O8—Na2—O2 ^{xi}	94 (3)
O2—As1—O7	108.54 (13)	O8 ^{xi} —Na2—O2 ^{xi}	86 (2)
O1—As1—O7	102.82 (14)	O8—Na2—O2	86 (2)

O3—As1—O7	98.11 (13)	O8 ^{xi} —Na2—O2	92 (2)
O8—As2—O5 ^v	118.50 (14)	O2 ^{xi} —Na2—O2	171 (2)
O8—As2—O4 ^{vi}	111.47 (13)	O8—Na3—O8 ^{xii}	163.26 (19)
O5 ^v —As2—O4 ^{vi}	110.97 (13)	O8—Na3—O9 ^{xiii}	86.1 (3)
O8—As2—O7	108.19 (15)	O8 ^{xii} —Na3—O9 ^{xiii}	93.4 (3)
O5 ^v —As2—O7	103.27 (13)	O8—Na3—O9 ^{xiv}	92.1 (3)
O4 ^{vi} —As2—O7	102.88 (13)	O8 ^{xii} —Na3—O9 ^{xiv}	83.9 (3)
O1 ^{vii} —Na1—O2 ^{viii}	136.07 (13)	O9 ^{xiii} —Na3—O9 ^{xiv}	164.40 (18)
O1 ^{vii} —Na1—O6 ^{iv}	113.49 (12)	O8—Na3—O2 ^{xi}	87.3 (2)
O2 ^{viii} —Na1—O6 ^{iv}	109.05 (13)	O8 ^{xii} —Na3—O2 ^{xi}	108.3 (2)
O1 ^{vii} —Na1—O3 ^{ix}	62.93 (10)	O9 ^{xiii} —Na3—O2 ^{xi}	70.52 (19)
O2 ^{viii} —Na1—O3 ^{ix}	96.18 (11)	O9 ^{xiv} —Na3—O2 ^{xi}	124.9 (2)

Symmetry codes: (i) $x-1, y, z$; (ii) $x, y, z-1$; (iii) $x, -y+3/2, z-1/2$; (iv) $-x+1, -y+1, -z+1$; (v) $x, y+1, z$; (vi) $x+1, y, z$; (vii) $-x+1, -y+1, -z+2$; (viii) $x, y-1, z$; (ix) $-x+1, y-1/2, -z+3/2$; (x) $-x+1, -y, -z+2$; (xi) $-x+1, -y+2, -z+1$; (xii) $-x+2, -y+2, -z+1$; (xiii) $-x+1, y+1/2, -z+1/2$; (xiv) $x+1, -y+3/2, z+1/2$.