




Ένα από
τα
αλχημικά
σύμβολα
για το
αντιμόνιο

Ένα τεχνούργημα, που λέγεται ότι ήταν μέρος ενός αγγείου, φτιαγμένο από αντιμόνιο, που χρονολογήθηκε ότι ήταν περίπου από το 3000 π.Χ. βρέθηκε στην *Telloh*, στους Χαλδαίους (μέρος του σημερινού Ιράκ), και ένα επιχαλκωμένο αντικείμενο από αντιμόνιο, που χρονολογείται ανάμεσα στο 2500 π.Χ. και στο 2000 π.Χ., έχει βρεθεί στην Αίγυπτο^[2]. Ο Ωστέν (*Austen*), σε μια διάλεξη του Χέρμπερτ Γκλάντστοουν (*Herbert Gladstone*) το 1892^[3], σχολίασε ότι «το μόνο που γνωρίζουμε για το αντιμόνιο τη σήμερον ημέρα είναι ότι είναι ένα πολύ εύθραυστο και κρυσταλλώδες μέταλλο, το οποίο μετά δυσκολίας μπορεί να διαμορφωθεί έστω σε ένα βάζο, και γι'αυτό το λόγο αυτό το αξιοσημείωτο «εύρημα» (το αντικείμενο που αναφέρεται παραπάνω) πρέπει να αντιπροσωπεύει τη χαμένη τέχνη του να κάνεις το αντιμόνιο εύπλαστο.»^[3]. Ο Μούρεϋ (*Moorey*) δεν πειθόταν ότι το αντικείμενο ήταν όντως βάζο, ανέφερε ότι ο Σελίχανοβ (*Selimkhanov*), μετά την ανάλυση του αντικειμένου του Τέλλο (*Tello*, που δημοσιεύτηκε το 1975) «...προσπάθησε να συσχετίσει το μέταλλο με Υπερκαυκασιακό φυσικό αντιμόνιο...»^[3] (δηλαδή γηγενές μέταλλο) και ότι «...όλα τα αντικείμενα από την περιοχή του Καυκάσου είναι μικρά προσωπικά κοσμήματα...»^[3]. Αυτό αποδυναμώνει την ένδειξη ότι υπήρξε «...χαμένη τέχνη που να κάνει το αντιμόνιο εύπλαστο...»^[3].

Ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος (*Pliny the Elder*) περιέγραψε διάφορους τρόπους παραγωγής τριθειούχου αντιμονίου για ιατρικούς σκοπούς, στη μνημειώδη Φυσική Ιστορία (*Natural History*) του^[4]. Ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος διέκρινε δυο μορφές αντιμονίου, «αρσενικού» και «θηλυκού». Πιθανότατα εννοούσε το τριθειούχο αντιμόνιο ως «αρσενικό» αντιμόνιο, ενώ (υποθετικά) το φυσικό μεταλλικό αντιμόνιο ως υπερέχον, βαρύτερο και λιγότερο εύθραυστο «θηλυκό» αντιμόνιο^[5].

Ο Ρωμαίος Διοσκουρίδης ο Πεδάνιος ανέφερε ότι το τριθειούχο αντιμόνιο μπορούσε να ψηθεί αν θερμανθεί με (θερμό) ρεύμα αέρα. Θεωρείται ότι η διεργασία που αναφέρει παρήγαγε μεταλλικό αντιμόνιο^[4].

Η πρώτη ευρωπαϊκή περιγραφή μιας διαδικασίας απομόνωσης του αντιμονίου βρίσκεται στο βιβλίο *De la pyrotechnia* του 1540 από τον Vannoccio Biringuccio. Αυτό το βιβλίο προηγείται του διασημότερου βιβλίου του 1556 του Agricola, το *De re metallica*. Από αυτό το βιβλίο, έχει αποδοθεί στον Agricola συχνά αν και εσφαλμένα η ανακάλυψη του μεταλλικού αντιμονίου. Το βιβλίο *Currus Triumphalis*

Σχετική ατομική μάζα (A_r)	121.760(1)
Ηλεκτρονική διαμόρφωση	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ³ 2, 8, 18, 18, 5
Αριθμός CAS	7440-36-0
Ατομικές ιδιότητες	
Κυριότεροι αριθμοί οξείδωσης	5, 3, -3
Ενέργειες ιονισμού	1st: 834 kJ·mol ⁻¹ 2nd: 1594.9 kJ·mol ⁻¹ 3rd: 2440 kJ·mol ⁻¹
Φυσικά χαρακτηριστικά	
Κρυσταλλικό πλέγμα	απλό τριγωνικό 
Σημείο τήξης	630.63 °C, 1167.13 °F, 903.78 K
Σημείο βρασμού	1587 °C, 2889 °F, 1860 K
Πυκνότητα	6.697 g·cm ⁻³
Ενθαλπία τήξης	19.79 kJ·mol ⁻¹
Μαγνητική συμπεριφορά	διαμαγνητικό
Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα	(20 °C) 417 nΩ·m
Ειδική θερμική αγωγιμότητα	24.4 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹
Σκληρότητα Mohs	3.0
Σκληρότητα Brinell	294 MPa
Ταχύτητα του ήχου	(20 °C) 3420 m·s ⁻¹
Η κατάσταση αναφοράς είναι η πρότυπη κατάσταση (25°C, 1 Atm) εκτός αν σημειώνεται διαφορετικά	

Antimonii (Το θριαμβώδες άρμα του αντιμόνιου) το οποίο περιγράφει την παρασκευή του μεταλλικού αντιμόνιου δημοσιεύτηκε στη Γερμανία το 1604. Υποτίθεται ότι γράφτηκε από ένα βενεδικτίνο μοναχό, ο οποίος υπέγραφε με το όνομα Βασίλειος Βαλεντίνος τον 15ο αιώνα. Εάν ήταν αυθεντικό, θα ήταν προγενέστερο αυτού του Biringuccio.



Ο Ιταλός μεταλλουργός Vannoccio Biringuccio περιέγραψε την πρώτη διαδικασία απομόνωσης του αντιμόνιου.

Το καθαρό αντιμόνιο ήταν γνωστό στον άραβα Jābir ibn Hayyān από τον 8ο αιώνα. Υπάρχει μια διαφωνία με τον μεταφραστή Marcellin Berthelot ο οποίος δηλώνει ότι το αντιμόνιο δεν εμφανίζεται πουθενά στα βιβλία του Jabir, αλλά άλλοι ισχυρίζονται ότι ο Berthelot μετέφρασε μόνο μερικά από τα λιγότερο σημαντικά βιβλία, ενώ τα πιο ενδιαφέροντα (μερικά από τα οποία περιγράφουν το αντιμόνιο) δεν έχουν μεταφραστεί ακόμα, και το περιεχόμενο τους είναι τελείως άγνωστο.

Η παρουσία καθαρού αντιμόνιου στο φλοιό της Γης αναφέρεται για πρώτη φορά από τον Σουηδό επιστήμονα και γεωλόγο - μηχανικό Anton von Swab το 1783. Το δείγμα συλλέχθηκε από το ορυχείο Sala Silver στο προάστιο Bergslagen της Sala, Vastmaland της Σουηδίας.^{[6][7]}

Ετυμολογία

Οι αρχαίες λέξεις για το αντιμόνιο κυρίως περιέχουν τη λέξη *kohl*, το σουλφίδιο του αντιμόνιου. Ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος κάνει διαχωρισμό μεταξύ της αρσενικής και της θηλυκής μορφής αντιμόνιου. Η αρσενική είναι προφανώς το σουλφίδιο ενώ η θηλυκή που είναι ανώτερη, βαρύτερη και λιγότερο εύθραυστη είναι μάλλον το γηγενές μεταλλικό αντιμόνιο.

Οι Αιγύπτιοι έλεγαν το αντιμόνιο *msdm*. Στα ιερογλυφικά τα φωνήεντα είναι ασαφή αλλά υπάρχει μια αραβική παράδοση ότι η λέξη είναι *mesdemet*. Η ελληνική λέξη «στίμι» προέρχεται προφανώς από την αραβική ή αιγυπτιακή λέξη *sdm* και χρησιμοποιείται από τους τραγικούς ποιητές της Αττικής του 5ου αιώνα π.Χ.. Αργότερα οι Έλληνες χρησιμοποιούσαν τη λέξη *στίβι*, όπως έκανε ο Κέλσιος και ο Πλίνιος τον 1ο αιώνα μ.Χ. Ο Πλίνιος το ονομάζει επίσης *stimī*, *larbaris*, αλάβαστρο και το «πολύ κοινό» πλατυόφθαλμο (προφανώς από το σχήμα του κοσμήματος). Αργότερα Λατίνοι συγγραφείς μετέφεραν τη λέξη στα λατινικά ως *stibium*. Η αραβική λέξη για την ουσία, σε αντίθεση με το κόσμημα, μπορεί να εμφανιστεί ως *ithmid*, *athmoud*, *othmod* ή *uthmod*. Ο Littre πιστεύει πως η πρώτη μορφή, η οποία είναι και η παλαιότερη, προέρχεται από τον όρο *stimmida*, την αιτιατική πτώση του όρου *stimmi*.

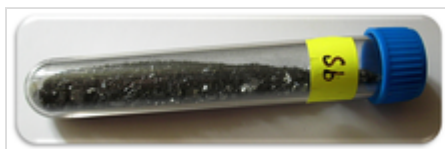
Η χρήση του Sb ως το καθιερωμένο χημικό σύμβολο για το αντιμόνιο καθιερώθηκε από τον Γιονς Γιάκομπ Μπερτσέλιους ο οποίος το χρησιμοποίησε ως συντομογραφία του όρου *stibium*. Η μεσαιωνική λατινική μορφή, από την οποία πήραν τα ονόματα τους για το αντιμόνιο οι μοντέρνες γλώσσες καθώς και τα βυζαντινά ελληνικά, είναι το *antimonium*. Η προέλευση του είναι άγνωστη. Όλες οι προτάσεις για την προέλευση του συναντούν κάποια δυσκολία είτε στη μορφή είτε στην ερμηνεία. Η δημοφιλής ετυμολογία, από το «αντιμοναχός» ή το γαλλικό *antimoine* έχει πολλούς υποστηρικτές, σημαίνει «φονιάς μοναχών» και εξηγείται από το γεγονός ότι στο παρελθόν πολλοί αλχημιστές ήταν μοναχοί και πειραματίζονταν με το αντιμόνιο το οποίο είναι δηλητηριώδες.

Άλλη μια δημοφιλής ετυμολογία είναι η υποθετική ελληνική λέξη «αντίμονος» (κατά της μοναξιάς), που εννοεί πως «δεν υπάρχει ως μέταλλο» ή «δεν υπάρχει ως κράμα».^{[8][9]} Ο Lippmann έχει προτείνει την υποθετική ελληνική λέξη «ανθημόνιον», η οποία θα μπορούσε να σημαίνει «ανθύλλιο» και επικαλείται διάφορα παραδείγματα σχετικών ελληνικών λέξεων (αλλά όχι αυτής) οι οποίες περιγράφουν χημική ή βιολογική εξάνθηση.^[10]

Οι αρχικές χρήσεις του όρου «αντιμόνιο» περιλαμβάνουν τις μεταφράσεις, το διάστημα 1050-1100, από τον Κωνσταντίνο τον Αφρικανό διάφορων ιατρικών διατριβών. Μερικοί ειδικοί πιστεύουν πως ο όρος "αντιμόνιο" είναι μια παραφθορά κάποιας αραβικής μορφής. Ο Meyerhof το αποδίδει στον όρο "ithmid".^[11] Άλλες πιθανότητες περιλαμβάνουν το "athimar", το αραβικό όνομα των μεταλλοειδών και ένα υποθετικό όρο, το "as-stimmi" ο οποίος προέρχεται ή είναι παράλληλος με τον ελληνικό.

Χαρακτηριστικά

Ιδιότητες



Μία φιάλη που περιέχει το μαύρο αλλότροπο του αντιμονίου.



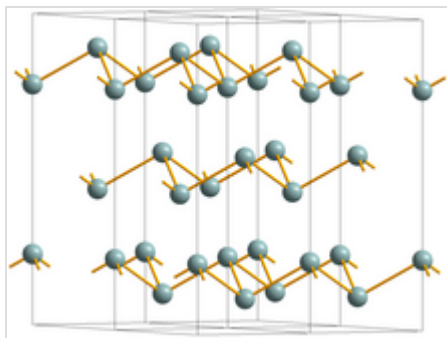
Γηγενές αντιμόνιο με προϊόντα οξειδωσης.

Το αντιμόνιο είναι στην ομάδα του αζώτου (ομάδα 15) και έχει ηλεκτραρνητικότητα 2,05. Όπως είναι αναμενόμενο από την κατάταξη του στον περιοδικό πίνακα, είναι πιο ηλεκτραρνητικό από τον κασσίτερο και το βισμούθιο και λιγότερο ηλεκτραρνητικό από το τελούριο ή το αρσενικό. Το αντιμόνιο είναι σταθερό σε θερμοκρασία δωματίου, αλλά αντιδρά με το οξυγόνο εάν θερμανθεί, δημιουργώντας τριοξείδιο του αντιμονίου, Sb_2O_3 .

Το αντιμόνιο είναι ένα ασημί, στιλπνό γκρι στοιχείο το οποίο έχει σκληρότητα στην κλίμακα Mohs ίση με 3. Έτσι, το καθαρό αντιμόνιο είναι πολύ μαλακό για να δημιουργήσει σκληρά αντικείμενα. Νομίσματα φτιαγμένα από αντιμόνιο είχαν κυκλοφορήσει στο προάστιο Guizhou της Κίνας το 1931, αλλά επειδή ήταν πολύ ευαίσθητα, σταμάτησε η παραγωγή τους.^[12] Το αντιμόνιο είναι ανθεκτικό στη διάβρωση από οξέα.

Τέσσερις αλλοτροπικές μορφές του αντιμονίου είναι γνωστές: μια σταθερή μεταλλική μορφή και τρεις μετασταθερές μορφές (Εκρηκτική, μαύρη και κίτρινη). Το μεταλλικό αντιμόνιο είναι εύθραυστο, αργυρόλευκο και γυαλιστερό. Όταν ψυχθεί αργά, το λιωμένο αντιμόνιο σχηματίζει μια τριγωνική μορφή, ισομορφική

με την γκρίζα αλλοτροπική μορφή του αρσενικού. Μια σπάνια εκρηκτική μορφή του αντιμονίου μπορεί να σχηματιστεί με την ηλεκτρόλυση του τριχλωρίδιου του αντιμονίου. Εάν ξυστεί με αιχμηρό αντικείμενο, πραγματοποιείται εξωθερμική αντίδραση και παράγεται λευκός καπνός, καθώς σχηματίζεται το μεταλλικό αντιμόνιο. Όταν τριφτεί με ένα γουδί, συμβαίνει ισχυρή έκρηξη. Το μαύρο αντιμόνιο σχηματίζεται με την απότομη ψύξη των ατμών που προκύπτουν από το μεταλλικό αντιμόνιο. Έχει την ίδια κρυσταλλική δομή με τον κόκκινο φώσφορο και το μαύρο αρσενικό, οξειδώνεται στον αέρα και μπορεί να αναφλεγεί στιγμιαία. Στους 100°C, σταδιακά παίρνει τη σταθερή του μορφή. Η κίτρινη



Κρυσταλλική δομή κοινή στο αντιμόνιο, το αντιμονίδιο του αρσενικού και το γκρι αρσενικό.

αλλοτροπική του μορφή είναι η ασταθέστερη. Έχει παραχθεί μόνο από την οξείδωση του αντιμονίτη (SbH_3) στους -90°C . Πάνω από αυτή τη θερμοκρασία σε απαλό φωτισμό, αυτή η μετασταθερή αλλοτροπική μορφή μετατρέπεται σε ακόμα σταθερότερη μαύρη μορφή.^[13]

Το μεταλλικό αντιμόνιο τηρεί μια δομή στρωμάτων (ομάδα διαστήματος $R\bar{3}m$ Ar. 166) στην οποία τα στρώματα αποτελούνται από συγχωνευμένους δακτυλίους 6 μερών. Ο κοντινότερος και ο αμέσως κοντινότερος γείτονας σχηματίζουν ένα ακανόνιστο οκτάεδρο σύμπλεγμα, με τα τρία άτομα στο ίδιο διπλό στρώμα να είναι σχετικά πιο κοντά από τα τρία άτομα στο επόμενο. Αυτή η σχετικά κοντινή δομή προκαλεί την υψηλή του

πυκνότητα $6,697 \text{ g/cm}^3$, αλλά οι αδύναμοι δεσμοί μεταξύ των στρωμάτων οδηγεί σε χαμηλή σκληρότητα και υψηλή ευθραυστότητα του αντιμονίου.

Ισότοπα

Το αντιμόνιο έχει δύο σταθερά ισότοπα: το ^{121}Sb με φυσικό πλεόνασμα 57,36% και το ^{123}Sb με φυσικό πλεόνασμα 42,64%. Έχει επίσης 35 ραδιοϊσότοπα, από τα οποία τη μεγαλύτερη ζωή έχει το ^{125}Sb με ημιζωή 2,75 έτη. Επιπλέον, 29 μετασταθερές καταστάσεις έχουν εντοπισθεί. Η σταθερότερη από αυτές είναι $^{120\text{m1}}\text{Sb}$ με περίοδο ημιζωής 5,76 μέρες. Ισότοπα που είναι ελαφρότερα από το σταθερό ^{123}Sb τείνουν να αποσυντίθενται μέσω της β^+ αποσύνθεσης, και αυτά που είναι βαρύτερα τείνουν να αποσυντίθενται μέσω της β^- αποσύνθεσης, με κάποιες εξαιρέσεις.

Παρουσία

Η ποσότητα του αντιμονίου στο φλοιό της Γης εκτιμάται στα 0,2 ως 0,5 μέρη ανά εκατομμύριο, κοντά στην τιμή του θάλλιου στα 0,5 μέρη ανά εκατομμύριο και του ασημιού με τιμή 0,07 μέρη ανά εκατομμύριο. Παρόλο που αυτό το στοιχείο δεν είναι άφθονο, ανιχνεύεται σε πάνω από 100 ορυκτά. Το αντιμόνιο μερικές φορές ανιχνεύεται καθαρό αλλά συνήθως ανιχνεύεται στο σουλφίδιο αντιμονίτη (Sb_2S_3) το οποίο είναι το κυρίαρχο ορυκτό.



Στιμπνίτης.

Ενώσεις

Οι ενώσεις του αντιμονίου συνήθως κατατάσσονται σύμφωνα με την κατάσταση οξείδωσης του: Sb(III) και Sb(V) . Σε σχέση με το συγγενές του αρσενικό η κατάσταση οξείδωσης +5 είναι σταθερότερη.

Οξείδια και υδροξείδια

Το τριοξείδιο του αντιμονίου (Sb_2O_3) σχηματίζεται όταν το αντιμόνιο καίγεται στον αέρα. Στην αέρια μορφή και υψηλή θερμοκρασία, αυτή η ένωση υπάρχει ως Sb_4O_6 , αλλά γίνεται πολυμερής λόγω συμπύκνωσης. Το πεντοξείδιο του αντιμονίου (Sb_4O_{10}) μπορεί να σχηματιστεί μέσω οξείδωσης μόνο με συγκεντρωμένο νιτρικό οξύ. Το αντιμόνιο σχηματίζει επίσης ένα οξείδιο μεικτού σθένους, το τετροξείδιο

του αντιμονίου (Sb_2O_4) το οποίο υπάρχει στο Sb(III) αλλά και στο Sb(IV) . Σε αντίθεση με το φώσφορο και το αρσενικό, τα διάφορα οξείδια είναι αμφοτερικά, δε φτιάχνουν σταθερά οξο-οξείδια και αντιδρούν με τα οξέα σχηματίζοντας άλατα αντιμονίου.

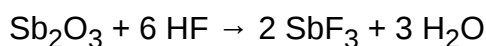
Το αντιμονικό οξύ Sb(OH)_3 είναι άγνωστο, αλλά η ένωση του νατριούχου αντιμονίτη ($[\text{Na}_3\text{SbO}_3]_4$) σχηματίζεται με τη μίξη οξειδίου του νατρίου και Sb_4O_6 . Οι μεταλλικοί αντιμονίτες μετάβασης είναι επίσης γνωστοί. Τα αντιμονικά οξέα υπάρχουν μόνο ως το υδάτινο HSb(OH)_6 , σχηματίζοντας άλατα τα οποία περιέχουν το ανιόν αντιμονίου Sb(OH)_6^- . Η αφυδάτωση των μεταλλικών αλάτων που περιέχουν αυτό το ανιόν μας δίνει μεικτά οξέα.

Πολλά κοιτάσματα αντιμονίου είναι σουλφίδια, μερικά από τα οποία είναι ο στιμπνίτης (Sb_2S_3), ο πυραργυρίτης (Ag_3SbS_3), ο ζινκενίτης, ο τζείμσονίτης και ο μπουλανζερίτης. Τα πεντασουλφίδια του αντιμονίου είναι μη στοιχομετρικά και περιέχουν αντιμόνιο στην κατάσταση οξειδωσης +3 και δεσμούς S-S. Μερικά θειοαντιμονίδια είναι γνωστά, όπως το $[\text{Sb}_6\text{S}_{10}]^{2-}$ και το $[\text{Sb}_8\text{S}_{13}]^{2-}$.

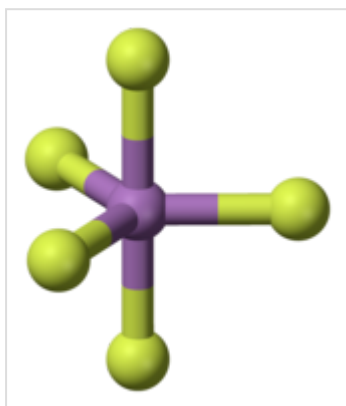
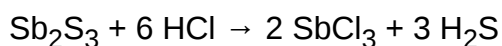
Αλογονίδια

Το αντιμόνιο σχηματίζει 2 σειρές αλογονιδίων: την SbX_3 και την SbX_5 . Τα τριαλογονίδια SbF_3 , SbCl_3 και SbI_3 είναι όλα μοριακές ενώσεις οι οποίες έχουν τριγωνική πυραμιδική μοριακή γεωμετρία.

Το τριφθοριούχο SbF_3 παράγεται από την αντίδραση του Sb_2O_3 με το HF :



Γίνεται "οξικό Λούις", λαμβάνει ιόντα φθορίου και σχηματίζονται τα σύνθετα ανιόντα SbF_4^- και SbF_5^{2-} . Το λιωμένο SbF_3 είναι αδύναμος αγωγός του ηλεκτρισμού. Το τριχλωρίδιο SbCl_3 προκύπτει αν διαλύσουμε το Sb_2S_3 σε υδροχλωρικό οξύ:



Δομή του αερίου
πενταφθοριούχου
αντιμονίου.

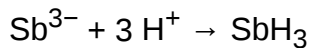
Τα πενταλογονίδια SbF_5 και SbCl_5 έχουν τριγωνική διπυραμιδική μοριακή γεωμετρία στην κατάσταση αερίου, αλλά στην υγρή κατάσταση το SbF_5 είναι πολυμερές ενώ το SbCl_5 είναι μονομερές. Το SbF_5 είναι ένα ισχυρό "οξύ Lewis" το οποίο χρησιμοποιείται για την παρασκευή του του υπεροξέος φθοριο-αντιμονικό οξύ (" H_2SbF_7 ").

Τα οξυαλογονίδια είναι περισσότερο κοινά για το αντιμόνιο παρά για το αρσενικό και το φώσφορο. Το τριοξείδιο του αντιμονίου διαλύεται σε πυκνό οξύ και σχηματίζει οξυαντιμονικές ενώσεις όπως SbOCl και $(\text{SbO})_2\text{SO}_4$.

Αντιμονίδια, υδρίδια και οργαναντιμονικές ενώσεις

Οι ενώσεις αυτής της κατηγορίας περιγράφονται γενικά σαν παράγωγα του Sb^{3-} . Το αντιμόνιο σχηματίζει αντιμονίδια με τα μέταλλα, όπως το ινδικό αντιμονίδιο (InSb) και το αργυρικό αντιμονίδιο (Ag_3Sb). Τα αλκαλικά μέταλλα και τα καθαρά

αντιμονίδια, όπως το Na_3Sb και το Zn_3Sb_2 είναι πιο αντιδραστικά. Η ανάμειξη αυτών των αντιμονιδίων με οξύ παράγει το ασταθές αέριο αντιμονίτη, SbH_3 .



Ο αντιμονίτης μπορεί επίσης να παραχθεί εάν αναμείξουμε άλατα Sb^{3+} με συστατικά υδριδίων όπως το βορουδρίδιο του νατρίου. Ο αντιμονίτης αποσυντίθεται ταχύτατα σε θερμοκρασία δωματίου. Επειδή ο αντιμονίτης έχει θετική ενθαλπία σχηματισμού, είναι θερμοδυναμικά ασταθής και γι'αυτό το αντιμόνιο δεν αντιδρά άμεσα με το υδρογόνο.

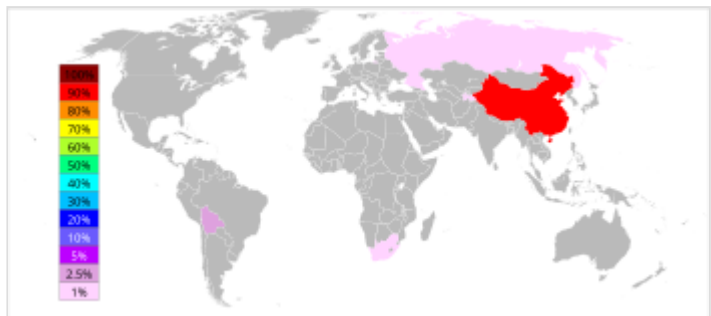
Οι οργανοαντιμονικές ενώσεις παράγονται συνήθως με την αλκίλωση των αλογονιδίων του αντιμονίου με "αντιδραστικές ουσίες Grignard". Μια μεγάλη ομάδα ενώσεων είναι γνωστή τόσο με κέντρα Sb(III) και Sb(V) , συμπεριλαμβανομένων των μεικτών χλωροργανικών παράγωγων, ανιόντων και κατιόντων. Μερικά παραδείγματα είναι ο τριφαινυλοαντιμονίτης ($\text{Sb(C}_6\text{H}_5)_3$), το $\text{Sb}_2(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ (με δεσμό Sb-Sb) και το $[\text{Sb(C}_6\text{H}_5)_5]_n$. Οι πεντασυχρονισμένες οργανοαντιμονικές ενώσεις είναι κοινές, με παράδειγμα το $\text{Sb(C}_6\text{H}_5)_5$ και μερικά άλλα αλογονίδια.

Παραγωγή

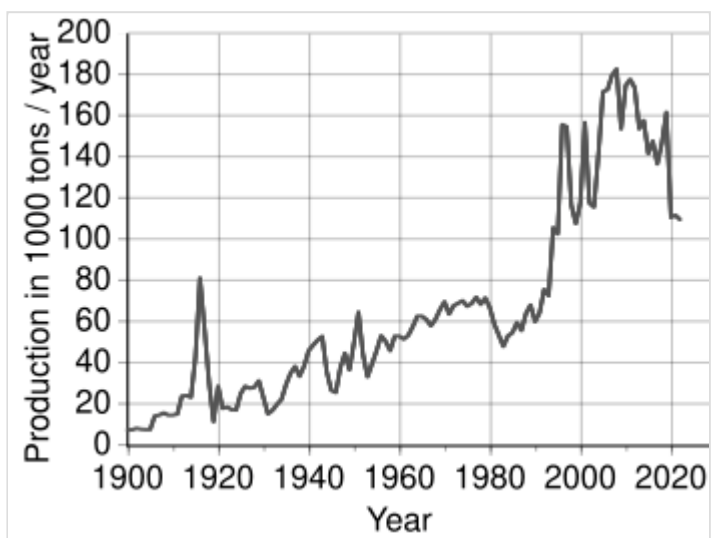
Μεγαλύτεροι παραγωγοί και όγκοι παραγωγής

Η Βρετανική Γεωλογική Έρευνα ανέφερε ότι το 2005, η Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας ήταν ο κορυφαίος παραγωγός αντιμονίου με περίπου 84% της παγκόσμιας παραγωγής, η οποία ακολουθείται σε πολύ χαμηλότερο ποσοστό από τη Νότια Αφρική, τη Βολιβία και το Τατζικιστάν. Η εταιρεία Xikouangshan Mine στην επαρχία Hunan της Κίνας έχει τα μεγαλύτερα κοιτάσματα στην Κίνα με εκτιμώμενο μέγεθος 2.1 εκατομμύρια μετρικούς τόνους.

Το 2010, σύμφωνα με την Αμερικανική Γεωλογική Έρευνα, η Κίνα κατείχε το 88.9% της συνολικής παραγωγής αντιμονίου με τη Νότια Αφρική, τη Βολιβία και τη Ρωσία να μοιράζονται τη δεύτερη θέση.



Παγκόσμια παραγωγή αντιμονίου το 2010.



Ρυθμός παγκόσμιας παραγωγής αντιμονίου.

Παραγωγή αντιμόνιου το 2010

Χώρα	Τόνοι	% του συνολικού
 Κίνα	120,000	88.9
 Νότια Αφρική	3,000	2.2
 Βολιβία	3,000	2.2
 Ρωσία	3,000	2.2
 Τατζικιστάν	2,000	1.5
Τορ 5	131,000	97.0
Σύνολο παγκοσμίως	135,000	100.0

Οι εκτιμήσεις της εταιρείας Roskill Consulting σχετικά με την πρωταρχική παραγωγή δείχνουν ότι το 2010 η Κίνα είχε ποσοστό 76,75% της παγκόσμιας παραγωγής με όγκο 120.462 τόνους (90.000 τόνους δηλωμένης και 30.462 τόνους μη δηλωμένης παραγωγής), ακολουθεί η Ρωσία (4,14% μερίδιο, 6.500 τόνοι παραγωγής), η Μιανμάρ (3,76% μερίδιο, 5.897 τόνοι), ο Καναδάς (3,61% μερίδιο, 5.660 τόνοι), το Τατζικιστάν (3,42% μερίδιο, 5.370 τόνοι), και η Βολιβία (3,17% μερίδιο, 4.980 τόνοι).

Η Roskill εκτιμά πως η δευτερογενής παραγωγή το 2010 ήταν 39.540 τόνοι.


















Το αντιμόνιο έλαβε την πρώτη θέση στη λίστα κινδύνου που δημοσιεύτηκε από τη Βρετανική Γεωλογική Έρευνα στο δεύτερο μισό του 2011. Αυτή η λίστα προσφέρει μια ένδειξη του σχετικού ρίσκου ως προς την προμήθεια των χημικών στοιχείων ή ομάδων στοιχείων που απαιτούνται ώστε να διατηρηθεί η Βρετανική οικονομία και ο τρόπος ζωής.

Επίσης, το αντιμόνιο έχει χαρακτηριστεί ως ένα από τα 12 κρισιμότερα ακατέργαστα υλικά για την Ευρωπαϊκή Ένωση σε μια μελέτη που δημοσιεύτηκε το 2011, κατά κύριο λόγο στην έλλειψη παραγωγής εκτός Κίνας.

Η καταγεγραμμένη παραγωγή αντιμόνιου στην Κίνα έπεσε το 2010 και είναι δύσκολο να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια, σύμφωνα με την έρευνα της Roskill. Δεν έχουν προκύψει νέα σημαντικά κοιτάσματα τα τελευταία δέκα χρόνια, και τα υπολοιπούμενα κοιτάσματα εξαντλούνται ταχύτατα.

Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί αντιμόνιου σε παγκόσμιο επίπεδο, σύμφωνα με τη Roskill είναι οι παρακάτω:






Μεγαλύτεροι παραγωγοί αντιμόνιου του 2010.^[14]

Χώρα	Εταιρεία	Παραγωγή (τόνοι ανα έτος)
 Αυστραλία	Mandalay Resources	2,750
 Βολιβία	Διάφορες	5,460
 Καναδάς	Beaver Brook	6,000
 Κίνα	Hsikwangshan Twinkling Star	55,000
 Κίνα	Hunan Chenzhou Mining	20,000
 Κίνα	China Tin Group	20,000
 Κίνα	Shenyang Huachang Antimony	15,000
 Καζακστάν	Kazzinc	1,000
 Κιργιστάν	Kadamdzhai	500
 Λάος	SRS	500
 Μεξικό	US Antimony	70
 Μιανμάρ	Διάφορες	6,000
 Ρωσία	GeoProMining ^[15]	6,500
 Νότια Αφρική	Consolidated Murchison	6,000
 Τατζικιστάν	Unzob	5,500
 Ταϊλάνδη	Άγνωστο	600
 Τουρκία	Cengiz & Özdemir Antimuan Madenleri	2,400

Αποθέματα

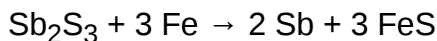
Σύμφωνα με τις στατιστικές της Αμερικάνικης Γεωλογικής Έρευνας (USGS), τα παρόντα αποθέματα αντιμόνιου θα εξαντληθούν σε 13 χρόνια. Προβλέπει όμως ότι θα ανακαλυφθούν νέα κοιτάσματα.

Παγκόσμια αποθέματα αντιμόνιου το 2010^[14]

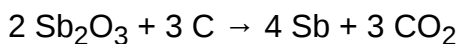
Χώρα	Αποθέματα (Τόνοι αντιμόνιου)	% συνολικού
 Κίνα	950,000	51.88
 Ρωσία	350,000	19.12
 Βολιβία	310,000	16.93
 Τατζικιστάν	50,000	2.73
 Νότια Αφρική	21,000	1.15
Άλλες χώρες	150,000	8.19
Σύνολο κόσμου	1,831,000	100.0

Διαδικασία παραγωγής

Η εξόρυξη αντιμόνιου από κοιτάσματα εξαρτάται από την ποιότητα του κοιτάσματος και τη σύνθεση του. Το μεγαλύτερο ποσοστό αντιμόνιου εξορύσσεται ως σουλφίδιο. Κοιτάσματα χαμηλότερης ποιότητας συγκεντρώνονται από την αιώρηση αφρού, μια διαδικασία όπου τα κοιτάσματα υψηλότερης ποιότητας θερμαίνονται στους 500-600°C, τη θερμοκρασία στην οποία ο αντιμονίτης λιώνει και διαχωρίζεται από τα άχρηστα ορυκτά. Το αντιμόνιο μπορεί να απομονωθεί από το άχρηστο σουλφίδιο αντιμόνιου μέσω αναγωγής με άχρηστο σίδηρο:



Το σουλφίδιο μετατρέπεται σε ένα οξείδιο και συχνά εκμεταλλευόμαστε την αστάθεια του οξειδίου αντιμόνιου(III) το οποίο ανακτάται από την πολύ υψηλή θερμοκρασία. Αυτό το υλικό συνήθως χρησιμοποιείται για τις κύριες εφαρμογές, με τις προμήξεις να είναι κυρίως αρσενικό και σουλφίδια. Η απομόνωση του αντιμόνιου από το οξείδιο γίνεται με μια ανθρακοθερμική αναγωγή:



Τα κοιτάσματα χαμηλότερης ποιότητας διαλύονται σε υψικάμινους ενώ αυτά που είναι υψηλότερης ποιότητας σε φούρνους αντήχησης.

Εφαρμογές

Περίπου το 60% του αντιμόνιου καταναλώνεται σε φλογοεπιβραδυντικά, και το 20% χρησιμοποιείται σε κράματα για μπαταρίες, σε ρουλεμάν και συγκολλήσεις.

Επιβραδυντικά φλόγας

Το αντιμόνιο χρησιμοποιείται κυρίως στη μορφή του τριοξειδίου του για την παραγωγή ενώσεων επιβραδυντικών φλόγας. Σχεδόν πάντα χρησιμοποιείται με αλογονωμένα επιβραδυντικά φλόγας, με μόνη εξαίρεση την περίπτωση να βρίσκεται σε κάποιο πολυμερές που περιέχει αλογόνο. Ο σχηματισμός των αλογονομένων ενώσεων αντιμόνιου είναι ο λόγος που το τριοξείδιο του αντιμόνιου είναι επιβραδυντικό φλόγας λόγω της αντίδρασης αυτών των ενώσεων με τα άτομα υδρογόνου και μάλλον επίσης με άτομα οξυγόνου και ρίζες υδροξειδίου, έτσι εμποδίζουν τη φωτιά. Αυτές οι ενώσεις βρίσκουν εφαρμογή στο εμπόριο σε ρουχισμό παιδιών, παιχνίδια, και καλύματα καθισμάτων αεροπλάνων και αυτοκινήτων. Χρησιμοποιείται επίσης στη βιομηχανία συνθετικών υαλονήματος (fiberglass) ως προσθετικό σε ρητίνες πολυεστέρα για αντικείμενα όπως καλύμματα μηχανών μικρών αεροσκαφών. Η ρητίνη καίγεται ενώ υπάρχει φλόγα, αλλά σβήνει μόνη της όταν απομακρυνθεί η φλόγα.

Κράματα

Το αντιμόνιο σχηματίζει ένα πολύ χρήσιμο κράμα με το μόλυβδο, ο οποίος αυξάνει τη σκληρότητα και τη μηχανική δύναμη του. Για τις περισσότερες εφαρμογές που περιέχουν μόλυβδο, χρησιμοποιούνται διάφορες ποσότητες αντιμόνιου ως μέταλλο κράματος. Στις μπαταρίες μολύβδου-οξέων, αυτή η προσθήκη βελτιώνει τα χαρακτηριστικά φόρτισης και μειώνει την παραγωγή ανεπιθύμητου υδρογόνου κατά τη φόρτιση. Χρησιμοποιείται σε κράματα κατά της τριβής, σε σφαίρες, σε προστατευτικά περιβλήματα καλωδίων, σε μεταλλικά εξαρτήματα εκτυπωτών, σε καλάι (μερικά καλάι λένε ότι δεν περιέχουν αντιμόνιο, όμως έχουν σε ποσοστό 5%), σε κράματα κασσίτερου και σε σκληρυντικά κράματα με μικρή περιεκτικότητα κασσίτερου στην κατασκευή σωλήνων.

Άλλες εφαρμογές

Τρεις άλλες εφαρμογές αποτελούν σχεδόν όλη την υπόλοιπη κατανάλωση αντιμόνιου. Μια από αυτές τις εφαρμογές είναι ως σταθεροποιητής και καταλύτης για την παραγωγή τετραφθαλικού πολυαιθυλενίου. Μια άλλη εφαρμογή είναι η χρήση του ως συντελεστή καθαρισμού και αφαίρεσης μικροσκοπικών φυσαλίδων από το γυαλί, κυρίως για τηλεοπτικές οθόνες. Αυτό επιτυγχάνεται με την αντίδραση ιόντων αντιμόνιου με το οξυγόνο, εμποδίζοντας το τελευταίο να δημιουργήσει φυσαλίδες. Η τρίτη κυριότερη εφαρμογή είναι η χρήση του ως βαφή.

Το αντιμόνιο χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στη βιομηχανία ημιαγωγών ως ενισχυτικό για ελάσματα σιλικόνης τύπου n στην παραγωγή διόδων, ανιχνευτών υπέρυθρης ακτινοβολίας και συσκευές φαινομένου Hall. Στη δεκαετία του 1950, μικρές χάντρες ενός κράματος μολύβδου - αντιμόνιου χρησιμοποιούνταν για ενίσχυση των εκπομπών και συλλεκτών των τρανζίστορς ζεύξης κράματος n-p-n με το αντιμόνιο. Το αντιμονίδιο του ινδίου χρησιμοποιείται ως υλικό στους ανιχνευτές του μέσου φάσματος υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Υπάρχουν μερικές βιολογικές και ιατρικές εφαρμογές για το αντιμόνιο. Θεραπείες που περιέχουν αντιμόνιο είναι γνωστές ως "αντιμονιακά" και χρησιμοποιούνται ως εμετικά. Οι ενώσεις αντιμονίου χρησιμοποιούνται ως αντι-πρωτοζωικά φάρμακα. Το ταρταρικό αντιμονοκάλιο ή ταρταρικό εμετικό, χρησιμοποιούνταν ως αντι-σχιστοσωματικό φάρμακο από το 1919 και μετά. Σταδιακά αντικαταστάθηκε από το φάρμακο Praziquantel. Το αντιμόνιο και οι ενώσεις του χρησιμοποιούνται σε διάφορα κτηνιατρικά σκευάσματα όπως η ανθιομαλίνη και το θειομηλικό λίθιου - αντιμόνιου το οποίο χρησιμοποιείται σαν μαλακτικό δέρματος σε μυρηκαστικά. Το αντιμόνιο έχει θρεπτικές και μαλακτικές επιπτώσεις σε ιστούς που περιέχουν κερατίνη, τουλάχιστον στα ζώα.

Τα φάρμακα με βάση το αντιμόνιο, όπως η αντιμονιακή μεγλουμίνη, θεωρούνται επίσης κατάλληλα για τη θεραπεία της λεϊσμανίασης σε οικόσιτα ζώα. Δυστυχώς, εκτός του ότι έχουν χαμηλό ποσοστό επιτυχίας, έχουν και χαμηλό δείκτη εισχώρησης στο μυελό των οστών, όπου υπάρχουν μερικά αμαστιγωτά της Λεϊσμανίασης και έτσι η θεραπεία της ασθένειας -κυρίως σε εντοσθιακή μορφή- είναι πολύ δύσκολη. Μια στοιχειώδης ποσότητα αντιμόνιου σε χάπι χρησιμοποιούνταν κάποτε ως φάρμακο. Μπορούσε να ξαναχρησιμοποιηθεί από κάποιον μετά τη χώνεψη.

Στην κεφαλή κάποιων σπέρτων ασφαλείας, χρησιμοποιείται σουλφίδιο του αντιμόνιου (III). Το αντιμόνιο-124 χρησιμοποιείται μαζί με το βηρύλλιο σε πηγές νετρονίων. Οι ακτίνες γ που εκπέμπονται από το αντιμόνιο-124 ξεκινά την φωτοαποσύνθεση του βηρύλλιου. Τα εκπεμπόμενα νετρόνια έχουν κατά μέσο όρο ενέργεια ίση με 24 keV. Έχει παρατηρηθεί ότι τα σουλφίδια του αντιμόνιου βοηθούν στην σταθεροποίηση του συντελεστή τριβής στα φρένα των αυτοκινήτων.

Το αντιμόνιο χρησιμοποιείται επίσης στην κατασκευή σφαιρών και ανιχνευτών σφαιρών. Αυτό το στοιχείο χρησιμοποιείται επίσης στα καλλυντικά, στις μπογιές και στα γλυπτά γυαλιού. Μια χρήση του ως σκieroποιητής σμάλτου σταμάτησε μετά τη δεκαετία του 1930, αφού αναφέρθηκαν αρκετές δηλητηριάσεις.

Προφυλάξεις

Το αντιμόνιο και πολλές από τις ενώσεις του είναι τοξικά και τα συμπτώματα δηλητηρίασης από αντιμόνιο είναι όμοια με αυτά της δηλητηρίασης από αρσενικό. Η τοξικότητα του αντιμόνιου είναι πολύ χαμηλότερη από του αρσενικού. Αυτό συμβαίνει λόγω σημαντικών διαφορών στην πρόσληψη, στο μεταβολισμό και στην έκκριση μεταξύ αρσενικού και αντιμόνιου. Η πρόσληψη του αντιμόνιου(III) ή του αντιμόνιου(IV) στο γαστροεντερικό σωλήνα είναι στο μέγιστο 20%. Το αντιμόνιο(V) δεν μειώνεται ποσοτικά σε αντιμόνιο(III) στα κύτταρα (μάλιστα, το αντιμόνιο(III) οξειδώνεται και γίνεται αντιμόνιο(V)).

Από τη στιγμή που η μεθυλίωση του αντιμόνιου δεν συμβαίνει, η έκκριση του αντιμόνιου(V) μέσω των ούρων είναι ο κύριος τρόπος εξουδετέρωσης. Όπως και με το αρσενικό, οι κυριότερες επιπτώσεις της δηλητηρίασης από αντιμόνιο είναι η καρδιοτοξικότητα με αποτέλεσμα το έμφραγμα του μυοκαρδίου, μπορεί όμως να εμφανιστεί και ως σύνδρομο Adams - Stokes, κάτι το οποίο δε προκαλεί το αρσενικό. Στις περιπτώσεις δηλητηρίασης από αντιμόνιο που έχουν αναφερθεί με ποσότητα ίση με 90 mg ταρταρικού αντιμονοκάλιου διαλυμένο σε σμάλτο προκαλεί μόνο βραχυπρόθεσμα συμπτώματα. Μια δηλητηρίαση με 6 mg της ίδιας ουσίας προκαλεί θάνατο μετά από 3 ημέρες.

Η εισπνοή σκόνης αντιμόνιου είναι επικίνδυνη και σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να είναι θανάσιμη. Σε μικρές δόσεις, το αντιμόνιο προκαλεί πονοκεφάλους, ζαλάδα και κατάθλιψη. Μεγαλύτερες δόσεις όπως η εκτεταμένη επαφή με το δέρμα μπορεί να προκαλέσει δερματίτιδα ή πρόβλημα στα νεφρά και το συκώτι προκαλώντας έντονο και συχνό εμετό, οδηγώντας στο θάνατο εντός λίγων ημερών.

Το αντιμόνιο δεν είναι συμβατό με ισχυρούς συντελεστές οξείδωσης, ισχυρά οξέα, οξέα αλογόνου, χλωρίνη ή φθόριο. Θα πρέπει να μην εκτίθεται σε ζέστη.

Το αντιμόνιο διαλύει ουσίες από τα τοιχώματα των μπουκαλιών PET και τις προσθέτει στο υγρό που περιέχουν. Ενώ τα επίπεδα που έχουν παρατηρηθεί στο εμφιαλωμένο νερό είναι κάτω από το όριο, η συγκέντρωση στις συσκευασίες χυμών φρούτων (για τις οποίες δεν υπάρχουν οδηγίες και όρια) που παράγονται στην Αγγλία βρέθηκε να είναι μέχρι και 44.7 µg/L αντιμόνιου, πολύ μεγαλύτερη από τα όρια που ισχύουν για το νερό βρύσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όπου είναι 5 µg/L. Οι οδηγίες είναι οι εξής:



- Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας: 20 µg/L
- Ιαπωνία: 15 µg/L
- Αμερικανική Υπηρεσία περιβαλλοντικής προστασίας & Υπουργείο Περιβάλλοντος Καναδά: 6 µg/L
- Γερμανικό Υπουργείο Περιβάλλοντος: 5 µg/L

Παραπομπές

1. Shortland, A. J. (2006). «Application of Lead Isotope Analysis to a Wide Range of Late Bronze Age Egyptian Materials». *Archaeometry* **48** (4): 657. doi:10.1111/j.1475-4754.2006.00279.x (<https://dx.doi.org/10.1111%2Fj.1475-4754.2006.00279.x>).
2. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 5th ed. 2004. Entry for antimony.
3. Moorey, P. R. S. (1994). *Ancient Mesopotamian Materials and Industries: the Archaeological Evidence* (http://books.google.com/?id=P_Ixuott4doC&pg=PA241). New York: Clarendon Press. σελ. 241. ISBN 978-1-57506-042-2.
4. Mellor, Joseph William (1964). "Antimony". *A comprehensive treatise on inorganic and theoretical chemistry* **9**. p. 339.

5. Pliny, *Natural history*, 33.33; W.H.S. Jones, the Loeb Classical Library translator, supplies a note suggesting the identifications.
6. «Native antimony» (<http://www.mindat.org/min-262.html>). Mindat.org.
7. Klaproth, M. (1803). «XL. Extracts from the third volume of the analyses» (<https://books.google.com/books?id=qxtRAAAAYAAJ&pg=PA230>). *Philosophical Magazine* 1 17 (67): 230. doi:10.1080/14786440308676406 (<https://dx.doi.org/10.1080%2F14786440308676406>). <https://books.google.com/books?id=qxtRAAAAYAAJ&pg=PA230>.
8. "Antimony" in *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 5th ed. 2004. ISBN 978-0-471-48494-3
9. Fernando, Diana (1998). *Alchemy : an illustrated A to Z*. Blandford. Fernando even derives it from the story of how "Basil Valentine" and his fellow monastic alchemists poisoned themselves by working with antimony; *antimonium* is found two centuries before his time. "Popular etymology" from *OED*; as for *antimonos*, the pure negative would be more naturally expressed by a- "not".
10. Lippman, pp. 643–5
11. Meyerhof as quoted in Sarton, asserts that *ithmid* or *athmoud* became corrupted in the medieval "traductions barbaro-latines"; the *OED* asserts some Arabic form is the origin, and if *ithmid* is the root, posits *athimodium*, *atimodium*, *atimonium*, as intermediate forms.
12. «Metals Used in Coins and Medals» (<https://web.archive.org/web/20101226044427/http://www.ukcoinpics.co.uk/metal.html>). ukcoinpics.co.uk. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://www.ukcoinpics.co.uk/metal.html>) στις 26 Δεκεμβρίου 2010. Ανακτήθηκε στις 16 Νοεμβρίου 2016.
13. Norman, Nicholas C (1998). *Chemistry of arsenic, antimony, and bismuth* (<https://books.google.com/books?id=vVhpurkfeN4C&pg=PA50>). σελίδες 50–51. ISBN 978-0-7514-0389-3.
14. *Antimony Uses, Production and Prices Primer* ([http://tri-starresources.com/assets/Antimony%20Primer%20Final%20Jan%202012\(1\).pdf](http://tri-starresources.com/assets/Antimony%20Primer%20Final%20Jan%202012(1).pdf)) Αρχειοθετήθηκε (<https://web.archive.org/web/20121025010012/http://tri-starresources.com/assets/Antimony%20Primer%20Final%20Jan%202012%281%29.pdf>) 2012-10-25 στο *Wayback Machine*.. tri-starresources.com
15. «GeoProMining, Ltd. |» (<http://www.geopromining.com>). Geopromining.com. Ανακτήθηκε στις 13 Δεκεμβρίου 2012.

Εξωτερικοί σύνδεσμοι

-  Πολυμέσα σχετικά με το θέμα *Antimony* στο Wikimedia Commons
-  Λεξιλογικός ορισμός του *αντιμόνιο* στο Βικιλεξικό

Ανακτήθηκε από "<https://el.wikipedia.org/w/index.php?title=Αντιμόνιο&oldid=10668321>"