

Ενώ το φυσικό στρόντιο (το οποίο είναι ως επί το πλείστον το ισότοπο στρόντιο-88) είναι σταθερό, το συνθετικό στρόντιο-90 είναι ραδιενεργό και είναι ένα από τα πιο επικίνδυνα συστατικά της πυρηνικής πτώσης, καθώς το στρόντιο απορροφάται από τον οργανισμό με παρόμοιο τρόπο με το ασβέστιο. Αντιθέτως, το φυσικό σταθερό στρόντιο δεν είναι επικίνδυνο για την υγεία.

## Χαρακτηριστικά

Το στρόντιο είναι ένα δισθενές αργυρόχρωμο μέταλλο με ωχροκίτρινη απόχρωση, του οποίου οι ιδιότητες είναι ως επί το πλείστον ήπιες και παρόμοιες με εκείνες της ομάδας γειτονικών του ασβεστίου και βαρίου.<sup>[2]</sup> Είναι πιο μαλακό από το ασβέστιο και πιο σκληρό από το βάριο. Οι βαθμοί τήξης και βρασμού (777°C και 1377°C αντίστοιχα) είναι χαμηλότεροι από εκείνους του ασβεστίου (842°C και 1484°C αντίστοιχα). Το βάριο συνεχίζει αυτή την πτωτική τάση στο σημείο τήξης (727°C), αλλά όχι στο σημείο βρασμού (1900°C). Η πυκνότητα του στρόντιου (2,64g/cm<sup>3</sup>) είναι ομοίως ενδιάμεση μεταξύ εκείνων του ασβεστίου (1,54g/cm<sup>3</sup>) και βρίου (3,594g/cm<sup>3</sup>). Υπάρχουν τρία αλλότροπα μεταλλικού στρόντιου, με σημεία μετάβασης στους 235°C και 540°C.<sup>[3]</sup>

Το τυπικό δυναμικό ηλεκτροδίου για το ζεύγος  $\text{Sr}^{2+}/\text{Sr}$  είναι  $-2,89\text{V}$ , περίπου στη μέση μεταξύ εκείνων του ζεύγους  $\text{Ca}^{2+}/\text{Ca}$  ( $-2,84\text{V}$ ) και  $\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}$  ( $-2,92\text{V}$ ) και κοντά σε αυτά των γειτονικών αλκαλιμετάλλων.<sup>[4]</sup> Το στρόντιο είναι ενδιάμεσο μεταξύ ασβεστίου και βαρίου ως προς την αντιδραστικότητα του προς το νερό, με το οποίο αντιδρά κατά την επαφή για να παράγει υδροξείδιο του στρόντιου και αέριο υδρογόνο. Το μέταλλο στρόντιου καίγεται στον αέρα και παράγει τόσο οξείδιο του στρόντιου όσο και νιτρίδιο του στρόντιου, αλλά επειδή δεν αντιδρά με άζωτο κάτω από τους  $380^\circ\text{C}$ , σε θερμοκρασία δωματίου σχηματίζει μόνο το οξείδιο αυθόρμητα. Εκτός από το απλό οξείδιο  $\text{SrO}$ , το υπεροξείδιο  $\text{SrO}_2$  μπορεί να παραχθεί με άμεση οξείδωση μετάλλου στρόντιου υπό υψηλή πίεση οξυγόνου και υπάρχουν κάποιες ενδείξεις για ένα κίτρινο υπεροξείδιο  $\text{Sr}(\text{O}_2)_2$ .<sup>[5]</sup> Το υδροξείδιο του στρόντιου,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ , είναι μια ισχυρή βάση, αν και δεν είναι τόσο ισχυρή όσο τα υδροξείδια του βαρίου ή των αλκαλικών μετάλλων.<sup>[6]</sup> Και τα τέσσερα διαλογονίδια του στρόντιου είναι γνωστά.<sup>[7]</sup>

Λόγω του μεγάλου μεγέθους των βαρέων στοιχείων στον τομέα s, συμπεριλαμβανομένου του στροντίου, είναι γνωστό ένα τεράστιο εύρος αριθμών συντονισμού, από 2, 3 ή 4 μέχρι το 22 ή το 24 στο  $\text{SrCd}_{11}$  και το  $\text{SrZn}_{13}$ . Το ιόν  $\text{Sr}^{2+}$  είναι αρκετά μεγάλο, έτσι ώστε οι υψηλοί αριθμοί συντονισμού είναι ο κανόνας.<sup>[8]</sup> Το μεγάλο μέγεθος του στροντίου και του βαρίου παίζει σημαντικό ρόλο στη σταθεροποίηση των συμπλεγμάτων στροντίου με πολυδοντικούς μακροκυκλικούς υποκαταστάτες όπως οι αιθέρες κορώνας: για παράδειγμα, ενώ το 18-crown-6 σχηματίζει σχετικά ασθενή σύμπλοκα με το ασθένιο και τα αλκαλικά μέταλλα, τα σύμπλοκα στροντίου και βαρίου είναι πολύ πιο δυνατά.<sup>[9]</sup>

Οι ενώσεις οργανοστροντίου περιέχουν έναν ή περισσότερους δεσμούς στροντίου-άνθρακα. Έχουν αναφερθεί ως ενδιάμεσα σε αντιδράσεις τύπου Barbier.<sup>[10] [11][12]</sup> Αν και το στροντίο ανήκει στην ίδια ομάδα με το μαγνήσιο και οι οργανομαγνησικές ενώσεις χρησιμοποιούνται πολύ συχνά σε όλη τη χημεία, οι ενώσεις οργανοστροντίου δεν είναι εξίσου διαδεδομένες επειδή είναι πιο δύσκολο να κατασκευαστούν και πιο αντιδραστικές. Οι ενώσεις οργανοστροντίου τείνουν να μοιάζουν περισσότερο με τις οργανικές ενώσεις του ευρωπαϊού ή οργανικού **σαμαρίου** λόγω των παρόμοιων ιοντικών ακτίνων αυτών των στοιχείων ( $\text{Sr}^{2+}$  118 pm,  $\text{Eu}^{2+}$  117 pm και  $\text{Sm}^{2+}$  122 pm). Οι περισσότερες από αυτές τις ενώσεις μπορούν να παρασκευαστούν μόνο σε χαμηλές θερμοκρασίες. Οι ογκώδεις συνδέτες τείνουν να ευνοούν τη σταθερότητα. Για παράδειγμα, το δικυκλοπενταδιενίλιο στροντίο,  $\text{Sr}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ , πρέπει να παρασκευάζεται με άμεση αντίδραση μετάλλου στροντίου με το υδροκένιο ή το ίδιο το κυκλοπενταδιένιο. Η αντικατάσταση του συνδέτη  $\text{C}_5\text{H}_5$  με τον πιο ογκώδη συνδέτη  $\text{C}_5(\text{CH}_3)_5$  από την άλλη πλευρά αυξάνει τη διαλυτότητα, την πτητικότητα και την κινητική σταθερότητα της ένωσης.<sup>[13]</sup>

Στρόντιο	
Ρουβίδιο ←	Στρόντιο → Ύττιριο
Ασβέστιο	Περίοδικός Πίνακας
<div> <div>↑</div> <div>Sr</div> <div>↓</div> </div>	
Βάριο	
38: Strontium	2,8,18,8,2
	
	
Ιστορία	
Ταυτότητα του στοιχείου	
Όνομα, σύμβολο	Στρόντιο (Sr)
Ατομικός αριθμός (Z)	38
Κατηγορία	Μέταλλα
ομάδα, περίοδος, τομέας	Αλκαλικές γαίες ,5, s
Σχετική ατομική μάζα (A <sub>r</sub> )	87.62
Ηλεκτρονική διαμόρφωση	[ Kr ] 5s <sup>2</sup>
Ατομικές ιδιότητες	
Ατομική ακτίνα	215 pm
Ηλεκτραρνητικότητα	1,00
Κυριότεροι αριθμοί οξειδώσης	+2
Φυσικά χαρακτηριστικά	
Σημείο τήξης	1050 K, 777 °C
Σημείο βρασμού	1655 K, 1382 °C
Μαγνητική συμπεριφορά	Παραμαγνητισμός
Σκληρότητα Mohs	1,5
Η κατάσταση αναφοράς είναι η πρότυπη κατάσταση (25°C, 1 Atm) εκτός αν σημειώνεται διαφορετικά	

Λόγω της εξαιρετικής αντιδραστικότητάς του με το οξυγόνο και το νερό, το στρόντιο εμφανίζεται φυσικά μόνο σε ενώσεις με άλλα στοιχεία, όπως στα ορυκτά στροντιανίτη και σελεστίνη. Διατηρείται κάτω από υγρό υδρογονάνθρακα όπως ορυκτέλαιο ή κηροζίνη για να αποφευχθεί η οξείδωση. Το πρόσφατα εκτεθειμένο μέταλλο στρόντιο παίρνει γρήγορα ένα κιτρινωπό χρώμα με το σχηματισμό του οξειδίου. Το λεπτόκοκκο μέταλλο στρόντιο είναι πυροφορικό, που σημαίνει ότι θα αναφλεγεί αυθόρμητα στον αέρα σε θερμοκρασία δωματίου. Τα πτητικά άλατα στρόντιου προσδίδουν ένα έντονο κόκκινο χρώμα στις φλόγες και αυτά τα άλατα χρησιμοποιούνται στην πυροτεχνία και στην παραγωγή φωτοβολίδων. Όπως το ασβέστιο και το βάριο, καθώς και τα αλκαλιμέταλλα και οι διαθενείς λανθανίδες ευρώπιο και υτέρβιο, το μέταλλο στρόντιο διαλύεται απευθείας σε υγρή αμμωνία για να δώσει ένα σκούρο μπλε διάλυμα διαλυτωμένων ηλεκτρονίων.<sup>[2]</sup>

## Ισότοπα

Το φυσικό στρόντιο είναι ένα μείγμα τεσσάρων σταθερών ισοτόπων: <sup>84</sup>Sr, <sup>86</sup>Sr, <sup>87</sup>Sr και <sup>88</sup>Sr. Η αφθονία τους αυξάνεται με τον αυξανόμενο αριθμό μάζας και το βαρύτερο, το <sup>88</sup>Sr, αποτελεί περίπου το 82,6% όλου του φυσικού στρόντιου, αν και η αφθονία ποικίλλει λόγω της παραγωγής του ραδιογενούς <sup>87</sup>Sr ως θυγατρικό ισότοπο του μακρόβιου βήτα-διάσπασης <sup>87</sup>Rb.<sup>[14]</sup> Αυτή είναι η βάση της χρονολόγησης ρουβιδίου-στρόντιου. Από τα ασταθή ισότοπα, ο κύριος τρόπος διάσπασης των ισοτόπων ελαφρύτερων από <sup>85</sup>Sr είναι η σύλληψη ηλεκτρονίων ή η εκπομπή ποζιτρονίων στα ισότοπα του ρουβιδίου και αυτός των ισοτόπων βαρύτερων από <sup>88</sup>Sr είναι η εκπομπή ηλεκτρονίων σε ισότοπα υτρίου. Ιδιαίτερης σημασίας είναι τα <sup>89</sup>Sr και <sup>90</sup>Sr. Το πρώτο έχει χρόνο ημιζωής 50,6 ημέρες και χρησιμοποιείται για τη θεραπεία του καρκίνου των οστών λόγω της χημικής ομοιότητας του στρόντιου και ως εκ τούτου της ικανότητας να αντικαθιστά το ασβέστιο.<sup>[15]</sup> <sup>[16]</sup> Ενώ είναι <sup>90</sup>Sr (χρόνος ημιζωής 28,90 χρόνια) έχει χρησιμοποιηθεί με παρόμοιο τρόπο, είναι επίσης ένα ισότοπο ανησυχίας σε επιπτώσεις από πυρηνικά όπλα και πυρηνικά ατυχήματα λόγω της παραγωγής του ως προϊόν σχάσης. Η παρουσία του στα οστά μπορεί να προκαλέσει καρκίνο των οστών, καρκίνο των κοντινών ιστών και λευχαιμία.<sup>[17]</sup> Το πυρηνικό ατύχημα του Τσερνόμπιλ το 1986 μόλυναν περίπου 30.000km<sup>2</sup> με μεγαλύτερο από 10kBq/m<sup>2</sup> με <sup>90</sup>Sr, που αντιπροσωπεύει περίπου το 5% των <sup>90</sup>Sr που ήταν στον πυρήνα του αντιδραστήρα.<sup>[18]</sup>

## Ιστορία



Δοκιμή φλόγας για στρόντιο

Το στρόντιο πήρε το όνομά του από το σκωτσέζικο χωριό Στρόντιαν (γαελικά *Sròn an t-Sithein*), όπου ανακαλύφθηκε στα μεταλλεύματα των ορυχείων μολύβδου.<sup>[19]</sup>

Το 1790, ο Ανταίρ Κρόφορντ, ένας γιατρός που ασχολήθηκε με την παρασκευή βαρίου, και ο συνάδελφός του Γουίλιαμ Κρούικσανκ, αναγνώρισαν ότι τα μεταλλεύματα του στρόντιου παρουσίαζαν ιδιότητες που διέφεραν από εκείνες σε άλλες πηγές «βαριών σιάρων».<sup>[20]</sup> Ο γιατρός και συλλέκτης ορυκτών Φρίντριχ Γκαμπριέλ Σούλτσερ ανέλυσε μαζί με τον Γίοχαν Φρίντριχ Μπλούμενμαχ το ορυκτό από το Στρόντιαν και το ονόμασε στροντιανίτη. Το 1793 ο Τόμας Τσαρλς Χόουπ, καθηγητής χημείας στο Πανεπιστήμιο της Γλασκώβης μελέτησε το ορυκτό<sup>[21]</sup><sup>[22]</sup> και πρότεινε το όνομα *strontites*.<sup>[23]</sup><sup>[24]</sup><sup>[25]</sup> Το στοιχείο τελικά απομονώθηκε από τον Σερ Χάμφρι Ντέιβι το 1808 με την ηλεκτρόλυση ενός μείγματος που περιείχε χλωριούχο στρόντιο και οξείδιο του υδραργύρου, και ανακοινώθηκε από αυτόν σε μια διάλεξη στη Βασιλική Εταιρεία στις 30 Ιουνίου 1808.<sup>[26]</sup> Σύμφωνα με την ονομασία των άλλων αλκαλικών γαίων, άλλαξε το όνομα σε στρόντιο.<sup>[27]</sup><sup>[28]</sup> <sup>[29]</sup> <sup>[30]</sup><sup>[31]</sup>

Η πρώτη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή του στρόντιου ήταν στην παραγωγή ζάχαρης από ζαχαρότευτλα. Αν και μια διαδικασία κρυστάλλωσης με χρήση υδροξειδίου του στρόντιου κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από τον Αγκουστίν-Πιερ Ντουμπρανφό το 1849.<sup>[32]</sup> Η εισαγωγή σε μεγάλη κλίμακα ήρθε με τη βελτίωση της διαδικασίας στις αρχές της δεκαετίας του 1870. Η γερμανική βιομηχανία ζάχαρης χρησιμοποίησε τη διαδικασία μέχρι τον 20ό αιώνα. Πριν από τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, η βιομηχανία ζάχαρης χρησιμοποιούσε 100.000 έως 150.000 τόνους υδροξειδίου του στρόντιου για αυτή τη διαδικασία ετησίως.<sup>[33]</sup> Το υδροξείδιο του στρόντιου ανακυκλώνονταν ως μέρος της διαδικασίας, αλλά η ζήτηση για αντικατάσταση των απωλειών κατά την παραγωγή ήταν αρκετά υψηλή ώστε να δημιουργηθεί σημαντική ζήτηση, που ξεκίνησε την εξόρυξη στροντιανίτη στο Μάνστερλαντ. Η εξόρυξη στροντιανίτη στη Γερμανία τελείωσε όταν ξεκίνησε η εξόρυξη των κοιτασμάτων σελεστίνη στο Γκλόστερσαϊρ.<sup>[34]</sup> Τα ορυχεία αυτά παρείχαν το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας προμήθειας στρόντιου από το 1884 έως το 1941. Αν και τα κοιτάσματα στη λεκάνη της Γρανάδας ήταν γνωστά για κάποιο χρονικό διάστημα, η εξόρυξη μεγάλης κλίμακας δεν ξεκίνησε πριν από τη δεκαετία του 1950.<sup>[35]</sup>

Κατά τη διάρκεια δοκιμών ατμοσφαιρικών πυρηνικών όπλων, παρατηρήθηκε ότι το στρόντιο-90 είναι ένα από τα προϊόντα πυρηνικής σχάσης με σχετικά υψηλή απόδοση. Η ομοιότητα με το ασβέστιο και η πιθανότητα εμπλουτισμού του στρόντιου-90 στα οστά έκανε την έρευνα για τον μεταβολισμό του στρόντιου ένα σημαντικό θέμα.<sup>[36]</sup> <sup>[37]</sup>

## Εμφάνιση

Το στρόντιο εμφανίζεται συνήθως στη φύση, είναι το 15ο πιο άφθονο στοιχείο στη Γη (το βαρύτερο συγγενικό του βάριο είναι το 14ο), που υπολογίζεται κατά μέσο όρο σε περίπου 360 μέρη ανά εκατομμύριο στον φλοιό της Γης <sup>[38]</sup> και βρίσκεται κυρίως στο θειικό ορυκτό σελεστίνη (SrSO<sub>4</sub>) και στον ανθρακικό στροντιανίτη (SrCO<sub>3</sub>). Από τα δύο, ο σελεστίνης εμφανίζεται πολύ πιο συχνά σε κοιτάσματα επαρκούς μεγέθους για εξόρυξη. Επειδή το στρόντιο χρησιμοποιείται συχνότερα σε ανθρακική μορφή, ο στροντιανίτης θα ήταν το πιο χρήσιμο από τα δύο κοινά ορυκτά, αλλά λίγα κοιτάσματα έχουν ανακαλυφθεί που είναι κατάλληλα για ανάπτυξη.<sup>[39]</sup> Λόγω του τρόπου με τον οποίο αντιδρά με τον αέρα και το νερό, το στρόντιο υπάρχει στη φύση, μόνο όταν συνδυάζεται για να σχηματίσει μέταλλα. Το στρόντιο που απαντάται στη φύση είναι σταθερό, αλλά το συνθετικό του ισότοπο <sup>90</sup>Sr παράγεται μόνο από πυρηνική πτώση.

Στα υπόγεια ύδατα το στρόντιο συμπεριφέρεται χημικά όπως το ασβέστιο. Σε ενδιάμεσο έως όξινο pH το κατιόν Sr<sup>2+</sup> είναι το κυρίαρχο είδος στρόντιου. Με την παρουσία ιόντων ασβεστίου, το στρόντιο συνήθως σχηματίζει συγκαταβύθιση με μέταλλα ασβεστίου όπως ο ασβεστίτης και ο ανυδρίτης σε αυξημένο pH. Σε ενδιάμεσο έως όξινο pH, το διαλυμένο στρόντιο συνδέεται με τα σωματίδια του εδάφους μέσω ανταλλαγής



Το ορυκτό σελεστίνης (SrSO<sub>4</sub>)

κατιόντων.<sup>[40]</sup>

Η μέση περιεκτικότητα του νερού των ωκεανών σε στρόντιο είναι 8 mg/L.<sup>[41]</sup> <sup>[42]</sup> Σε συγκέντρωση μεταξύ 82 και 90 μmol/L στρόντιου, η συγκέντρωση είναι σημαντικά χαμηλότερη από τη συγκέντρωση ασβεστίου, η οποία είναι συνήθως μεταξύ 9,6 και 11,6 mmol/L.<sup>[43][44]</sup> Ωστόσο, είναι πολύ υψηλότερο από αυτό του βαρίου, 13 μg/L.

## Παραγωγή

Οι τρεις κύριοι παραγωγοί στρόντιου ως σελεστίνη από το 2015 είναι η Κίνα (150.000 t), Ισπανία (90.000 t), και το Μεξικό (70.000 t). Η Αργεντινή (10.000 t) και το Μαρόκο (2.500 t) είναι μικρότεροι παραγωγοί. Αν και τα κοιτάσματα στρόντιου υπάρχουν ευρέως στις Ηνωμένες Πολιτείες, δεν έχουν εξορυχθεί από το 1959.



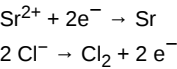
Παραγωγή στρόντιου το 2014

Ένα μεγάλο ποσοστό εξορυσσόμενου σελεστίνης (SrSO<sub>4</sub>) μετατρέπεται σε ανθρακικό με δύο διαδικασίες. Είτε ο σελεστίνης εκπλένεται απευθείας με διάλυμα ανθρακικού νατρίου, είτε καβουρδίζεται με άνθρακα, για να σχηματιστεί το σουλφίδιο. Το δεύτερο στάδιο παράγει ένα σκουρόχρωμο υλικό που περιέχει κυρίως θειούχο στρόντιο. Αυτή η λεγόμενη «μαύρη τέφρα» διαλύεται σε νερό και φιλτράρεται. Το ανθρακικό στρόντιο καθιζάνει από το διάλυμα θειούχου στρόντιου με την εισαγωγή διοξειδίου του άνθρακα.<sup>[45]</sup> Το υλικό ανάγεται σε θειούχο με την καρβοθερμική αναγωγή:



Περίπου 300.000 τόνοι επεξεργάζονται με αυτόν τον τρόπο ετησίως.

Το μέταλλο παράγεται εμπορικά με αναγωγή του οξειδίου του στρόντιου με αργίλιο. Το στρόντιο αποσπάζεται από το μείγμα. Το μέταλλο στρόντιο μπορεί επίσης να παρασκευαστεί σε μικρή κλίμακα με ηλεκτρόλυση ενός διαλύματος χλωριούχου στρόντιου σε τετηγμένο χλωριούχο κάλιο.<sup>[4]</sup>



## Εφαρμογές

Καταναλώνοντας το 75% της παραγωγής, η κύρια χρήση του στρόντιου ήταν στο γυαλί για σωλήνες καθόδου ακτίνων σε έγχρωμες τηλεοράσεις, όπου χρησιμοποιούνταν για να εμποδίζει την εκπομπή ακτίνων X.<sup>[46][47]</sup> Αυτή η εφαρμογή για το στρόντιο έχει μειωθεί, επειδή οι CRT αντικαθίστανται από άλλες μεθόδους απεικόνισης. Αυτή η μείωση έχει σημαντική επίδραση στην εξόρυξη και τη διύλιση του στρόντιου.<sup>[39]</sup> Όλα τα μέρη του CRT πρέπει να απορροφούν τις ακτίνες X. Στο λαϊκό και στο χωνί του σωλήνα χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό γυαλί μολύβδου, αλλά αυτός ο τύπος γυαλιού εμφανίζει ένα καφετί αποτέλεσμα, λόγω της αλληλεπίδρασης των ακτίνων X με το γυαλί. Επομένως, κύρια οθόνη είναι κατασκευασμένη από διαφορετικό μείγμα γυαλιού με στρόντιο και βάλριο, για να απορροφά τις ακτίνες X. Οι μέσες τιμές για το μείγμα γυαλιού που καθορίστηκαν για μια μελέτη ανακύκλωσης το 2005 είναι 8,5% οξείδιο του στρόντιου και 10% οξείδιο του βαρίου.<sup>[48]</sup>



Οθόνη καθοδικού σωλήνα (CRT) κατασκευασμένη από γυαλί που περιέχει στρόντιο και οξείδιο του βαρίου. Αυτή η εφαρμογή καταναλώνει το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας παραγωγής στρόντιου.

Επειδή το στρόντιο είναι παρόμοιο με το ασβέστιο, ενσωματώνεται στα οστά. Και τα τέσσερα σταθερά ισότοπα ενσωματώνονται, στις ίδιες περίπου αναλογίες που βρίσκονται στη φύση. Ωστόσο, η πραγματική κατανομή των ισωτόπων τείνει να ποικίλλει πολύ από τη μία γεωγραφική τοποθεσία στην άλλη. Έτσι, η ανάλυση του οστού ενός ατόμου μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό της περιοχής από την οποία προέρχεται.<sup>[49][50]</sup> Αυτή η προσέγγιση βοηθά στον εντοπισμό των αρχαίων προτύπων μετανάστευσης και της προέλευσης των αναμειγμένων ανθρώπινων οστών σε τοποθεσίες ταφής στο πεδίο της μάχης.<sup>[51]</sup>

Τα ισότοπα <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr χρησιμοποιούνται συνήθως για τον προσδιορισμό των πιθανών περιοχών προέλευσης των ιζημάτων σε φυσικά συστήματα, ειδικά σε θαλάσσια και ποτάμια περιβάλλοντα. Ο Dasch (1969) έδειξε ότι τα επιφανειακά ιζήματα του Ατλαντικού εμφάνισαν αναλογίες <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr που θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως μαζικοί μέσοι όροι των αναλογιών <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr των γεωλογικών εδωφών από γειτονικές χερσαίες μάζες.<sup>[52]</sup> Ένα καλό παράδειγμα ενός ποτάμιου-θαλάσσιου συστήματος στο οποίο έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς μελέτες προέλευσης ισωτόπων Sr είναι το σύστημα ποταμού Νείλου-Μεσογείου.<sup>[53]</sup> Λόγω των διαφορετικών ηλικιών των πετρωμάτων που αποτελούν την πλειοψηφία του Γαλάζιου και Λευκού Νείλου, οι λεκάνες απορροής της μεταβαλλόμενης προέλευσης των ιζημάτων, που φτάνουν στο Δέλτα του ποταμού Νείλου και στην Ανατολική Μεσόγειο, μπορούν να διακριθούν μέσω ισωτοπικών μελετών στρόντιου. Τέτοιες αλλαγές ελέγχονται κλιματικά στην Ολόκαινο εποχή.<sup>[53]</sup>

Πιο πρόσφατα, αναλογίες <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr χρησιμοποιήθηκαν επίσης για τον προσδιορισμό της πηγής αρχαίων αρχαιολογικών υλικών, όπως ξυλεία και καλαμπόκι στο Φαράγγι Τσάκο στο Νέο Μεξικό.<sup>[54]</sup> <sup>[55]</sup> Οι αναλογίες <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr στα δόντια μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση μεταναστεύσεων ζώων.<sup>[56][57]</sup>

Το αργλικό στρόντιο χρησιμοποιείται συχνά για φωσφορίζοντα παιχνίδια, καθώς είναι χημικά και βιολογικά αδρανές.

Το ανθρακικό στρόντιο και άλλα άλατα στρόντιου προστίθενται στα πυροτεχνήματα για να δώσουν ένα βαθύ κόκκινο χρώμα.<sup>[58]</sup> Αυτό το ίδιο αποτέλεσμα προσδιορίζει κατιόντα στρόντιου στη δοκιμή φλόγας. Τα πυροτεχνήματα καταναλώνουν περίπου το 5% της παγκόσμιας παραγωγής. Το ανθρακικό στρόντιο χρησιμοποιείται στην κατασκευή μαγνητών σκληρού φερρίτη.<sup>[59]</sup> <sup>[60]</sup>

Το χλωριούχο στρόντιο χρησιμοποιείται μερικές φορές σε οδοντόκρεμες για ευαίσθητα δόντια. Μια δημοφιλής μάρκα περιλαμβάνει 10% ολικό εξαένυδρο χλωριούχο στρόντιο κατά βάρος.<sup>[61]</sup> Μικρές ποσότητες χρησιμοποιούνται στη διύλιση ψευδαργύρου για την απομάκρυνση μικρών ποσοτήτων ακαθαρσιών μολύβδου.



Η εξαιρετικά στενή οπτική μετάβαση μεταξύ της ηλεκτρονικής βασικής κατάστασης  $[Kr]5s_2\ ^1S_0$  και της μετασταθερής  $[Kr]5s5p\ ^3P_0$  διεγερμένης κατάστασης του  $^{87}Sr$  είναι ένας από τους κορυφαίους υποψηφίους για τον μελλοντικό επαναπροσδιορισμό του δευτερολέπτου στο όριο μιας οπτικής μετάβασης σε αντίθεση με τον τρέχοντα ορισμό που προέρχεται από μια μετάβαση μικροκυμάτων μεταξύ διαφορετικών υπερλεπτών θεμελιωδών καταστάσεων  $^{133}Cs$ .<sup>[62]</sup> Τα τρέχοντα οπτικά ατομικά ρολόγια που λειτουργούν σε αυτή τη μετάβαση ξεπερνούν ήδη την ακρίβεια και την ακρίβεια του τρέχοντος ορισμού του δευτερολέπτου.

### Ραδιενεργό στρόντιο

Το  $^{89}Sr$  είναι το δραστικό συστατικό του Metastron,<sup>[63]</sup> ενός ραδιοφαρμάκου που χρησιμοποιείται για τον πόνο των οστών δευτερογενές σε μεταστατικό καρκίνο των οστών. Το στρόντιο επεξεργάζεται όπως το ασβέστιο από το σώμα, ενσωματώνοντάς το κατά προτίμηση στα οστά σε σημεία αυξημένης οστεογένεσης. Αυτός ο εντοπισμός εστιάζει την έκθεση στην ακτινοβολία στην καρκινική βλάβη.<sup>[16]</sup>

Το  $^{90}Sr$  έχει χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας για θερμοηλεκτρικές γεννήτριες ραδιοϊσοτόπων (RTG). Το  $^{90}Sr$  παράγει περίπου 0,93 watt θερμότητας ανά γραμμάριο (είναι χαμηλότερο για τη μορφή  $^{90}Sr$  που χρησιμοποιείται σε RTG, το οποίο είναι φθοριούχο στρόντιο).<sup>[64]</sup> Ωστόσο, το  $^{90}Sr$  έχει το ένα τρίτο της διάρκειας ζωής και χαμηλότερη πυκνότητα από το  $^{238}Pu$ , ένα άλλο καύσιμο RTG. Το κύριο πλεονέκτημα του  $^{90}Sr$  είναι ότι είναι φθηνότερο από  $^{238}Pu$  και βρίσκεται στα πυρηνικά απόβλητα. Η Σοβιετική Ένωση ανέπτυξε σχεδόν 1.000 από αυτούς τους RTG στη βόρεια ακτή της ως πηγή ενέργειας για φάρους και μετεωρολογικούς σταθμούς.<sup>[65]</sup> <sup>[66]</sup>

### Βιολογικός ρόλος

Τα Ακανθάρια, μια σχετικά μεγάλη ομάδα θαλάσσιων ακτινολαρίων πρωτόζωων, παράγει περίπλοκους ορυκτούς σκελετούς, που αποτελούνται από θειικό στρόντιο.<sup>[67]</sup> Στα βιολογικά συστήματα, το ασβέστιο υποκαθίσταται σε μικρότερο βαθμό από το στρόντιο.<sup>[68]</sup> Στο ανθρώπινο σώμα, το μεγαλύτερο μέρος του απορροφούμενου στροντίου εναποτίθεται στα οστά. Η αναλογία στροντίου προς ασβέστιο στα ανθρώπινα οστά είναι μεταξύ 1:1000 και 1:2000, περίπου στο ίδιο εύρος όπως στον ορό του αίματος.<sup>[69]</sup>

### Επίδραση στο ανθρώπινο σώμα

Το ανθρώπινο σώμα απορροφά το στρόντιο, σαν να ήταν το ελαφρύτερο συγγενικό του ασβέστιο. Επειδή τα στοιχεία είναι χημικά πολύ παρόμοια, τα σταθερά ισότοπα στροντίου δεν αποτελούν σημαντική απειλή για την υγεία. Ο μέσος άνθρωπος λαμβάνει περίπου δύο χιλιοστόγραμμα στροντίου την ημέρα.<sup>[70]</sup> Στους ενήλικες, το στρόντιο που καταναλώνεται τείνει να προσκολλάται μόνο στην επιφάνεια των οστών, αλλά στα παιδιά, το στρόντιο μπορεί να αντικαταστήσει το ασβέστιο στο μέταλλο των αναπτυσσόμενων οστών, και έτσι να οδηγήσει σε προβλήματα ανάπτυξης των οστών.<sup>[71]</sup>

Ο βιολογικός χρόνος ημιζωής του στροντίου στον άνθρωπο έχει αναφερθεί ποικιλοτρόπως από 14 έως 600 ημέρες,<sup>[72]</sup><sup>[73]</sup> 1.000 ημέρες,<sup>[74]</sup> 18 χρόνια,<sup>[75]</sup> 30 χρόνια<sup>[76]</sup> και 49 χρόνια, σε ανώτατο όριο.<sup>[77]</sup> Τα ευρέως δημοσιευμένα στοιχεία βιολογικού χρόνου ημιζωής εξηγούνται από τον πολύπλοκο μεταβολισμό του στροντίου μέσα στο σώμα. Ωστόσο, με τον μέσο όρο όλων των μονοπατιών απέκκρισης, ο συνολικός βιολογικός χρόνος ημιζωής εκτιμάται ότι είναι περίπου 18 χρόνια.<sup>[78]</sup> Ο ρυθμός αποβολής του στροντίου επηρεάζεται έντονα απ' την ηλικία και το φύλο, λόγω των διαφορών στον μεταβολισμό των οστών.<sup>[79]</sup>

Το φάρμακο ρανελικό στρόντιο βοηθά την ανάπτυξη των οστών, αυξάνει την οστική πυκνότητα και μειώνει τη συχνότητα των καταγμάτων των σπονδύλων, των περιφερικών και του ισχίου.<sup>[80]</sup><sup>[81]</sup> Ωστόσο, το ρανελικό στρόντιο αυξάνει επίσης τον κίνδυνο φλεβικής θρομβοεμβολής, πνευμονικής εμβολής και σοβαρών καρδιαγγειακών διαταραχών, συμπεριλαμβανομένου του εμφράγματος του μυοκαρδίου. Επομένως, η χρήση του είναι πλέον περιορισμένη.<sup>[82]</sup> Οι ευεργετικές του επιδράσεις είναι επίσης αμφισβητήσιμες, αφού η αυξημένη οστική πυκνότητα προκαλείται, εν μέρει, από την αυξημένη πυκνότητα του στροντίου, έναντι του ασβεστίου που αντικαθιστά. Το στρόντιο βιοσυσσωρεύεται επίσης στο σώμα.<sup>[83]</sup> Παρά τους περιορισμούς στο ρανελικό στρόντιο, το στρόντιο εξακολουθεί να περιέχεται σε ορισμένα συμπληρώματα.<sup>[84]</sup> <sup>[85]</sup> Δεν υπάρχουν πολλά επιστημονικά στοιχεία σχετικά με τους κινδύνους του χλωριούχου στροντίου, όταν λαμβάνεται από το στόμα. Όσοι έχουν προσωπικό ή οικογενειακό ιστορικό διαταραχών πήξης του αίματος συνιστάται να αποφεύγουν το στρόντιο.<sup>[84]</sup> <sup>[85]</sup>

Το στρόντιο έχει αποδειχθεί ότι αναστέλλει τον αισθητηριακό ερεθισμό, όταν εφαρμόζεται τοπικά στο δέρμα.<sup>[86]</sup> <sup>[87]</sup> Εφαρμόζεται τοπικά, το στρόντιο έχει αποδειχθεί ότι επιταχύνει τον ρυθμό αποκατάστασης του φραγμού επιδερμικής διαπερατότητας (φραγμός δέρματος).<sup>[88]</sup>

### Πυρηνικά απόβλητα

Το στρόντιο-90 είναι ένα προϊόν ραδιενεργούς σχάσης που παράγεται από πυρηνικούς αντιδραστήρες που χρησιμοποιούνται στην πυρηνική ενέργεια. Αποτελεί σημαντικό συστατικό της υψηλής ραδιενέργειας των πυρηνικών αποβλήτων και των αναλωμένων πυρηνικών καυσίμων. Η ημιζωή του 29 ετών είναι αρκετά μικρή ώστε η θερμότητα αποσύνθεσής του να έχει χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία αρκτικών φάρων, αλλά αρκετά μεγάλη ώστε μπορεί να χρειαστούν εκατοντάδες χρόνια για να αποσυντεθεί σε ασφαλή επίπεδα. Η έκθεση από μολυσμένο νερό και τρόφιμα μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο λευχαιμίας, καρκίνου των οστών<sup>[89]</sup> και πρωτοπαθούς υπερπαραθυρεοειδισμού.<sup>[90]</sup>

### Αποκατάσταση

Τα φύκια έχουν δείξει επιλεκτικότητα για το στρόντιο σε μελέτες, όπου τα περισσότερα φυτά που χρησιμοποιούνται στη βιοαποκατάσταση δεν έχουν δείξει επιλεκτικότητα μεταξύ ασβεστίου και στροντίου, συχνά κορεσμένα με ασβέστιο, το οποίο είναι μεγαλύτερο σε ποσότητα και επίσης υπάρχει στα πυρηνικά απόβλητα.<sup>[89]</sup>



Τα άλατα στροντίου προστίθενται στα πυροτεχνήματα, για να δημιουργήσουν κόκκινα χρώματα



RTG από φάρους της σοβιετικής εποχής

Οι ερευνητές εξέτασαν τη βιοσυσσώρευση στρόντιου από το *Scenedesmus spinosus* (φύκια) σε προσομοιωμένα λύματα. Η μελέτη υποστηρίζει μια εξαιρετικά επιλεκτική ικανότητα βιοπροσρόφησης για το στρόντιο του *S. spinosus*, υποδηλώνοντας ότι μπορεί να είναι κατάλληλο για χρήση πυρηνικών λυμάτων.<sup>[91]</sup>

Μια μελέτη του άλγης της λίμνης *Closterium moniliferum* χρησιμοποιώντας μη ραδιενεργό στρόντιο διαπίστωσε ότι η μεταβολή της αναλογίας βαρίου προς στρόντιο στο νερό βελτίωσε την εκλεκτικότητα του στρόντιου.<sup>[89]</sup>

## Παραπομπές

1. «Mineral Resource of the Month: Strontium» (<http://www.earthmagazine.org/article/mineral-resource-month-strontium>). *U.S. Geological Survey*. 8 Δεκεμβρίου 2014. <http://www.earthmagazine.org/article/mineral-resource-month-strontium>.
2. Greenwood and Earnshaw, σελ. 112–13
3. Ropp, Richard C. (31 Δεκεμβρίου 2012). *Encyclopedia of the Alkaline Earth Compounds* (<https://books.google.com/books?id=yZ786vEild0C&pg=PA16>). σελ. 16. ISBN 978-0-444-59553-9.
4. Greenwood and Earnshaw, σελ. 111
5. Greenwood and Earnshaw, σελ. 119
6. Greenwood and Earnshaw, σελ. 121
7. Greenwood and Earnshaw, σελ. 117
8. Greenwood and Earnshaw, σελ. 115
9. Greenwood and Earnshaw, σελ. 124
10. Miyoshi, N.; Kamiura, K.; Oka, H.; Kita, A.; Kuwata, R.; Ikehara, D.; Wada, M. (2004). «The Barbier-Type Alkylation of Aldehydes with Alkyl Halides in the Presence of Metallic Strontium». *Bulletin of the Chemical Society of Japan* **77** (2): 341. doi:10.1246/bcsj.77.341 (<https://dx.doi.org/10.1246%2Fbcsj.77.341>).
11. Miyoshi, N.; Ikehara, D.; Kohno, T.; Matsui, A.; Wada, M. (2005). «The Chemistry of Alkylstrontium Halide Analogues: Barbier-type Alkylation of Imines with Alkyl Halides» ([https://archive.org/details/sim\\_chemistry-letters\\_2005-06-05\\_34\\_6/page/n39](https://archive.org/details/sim_chemistry-letters_2005-06-05_34_6/page/n39)). *Chemistry Letters* **34** (6): 760. doi:10.1246/cl.2005.760 (<https://dx.doi.org/10.1246%2Fcl.2005.760>). [https://archive.org/details/sim\\_chemistry-letters\\_2005-06-05\\_34\\_6/page/n39](https://archive.org/details/sim_chemistry-letters_2005-06-05_34_6/page/n39).
12. Miyoshi, N.; Matsuo, T.; Wada, M. (2005). «The Chemistry of Alkylstrontium Halide Analogues, Part 2: Barbier-Type Dialkylation of Esters with Alkyl Halides». *European Journal of Organic Chemistry* **2005** (20): 4253. doi:10.1002/ejoc.200500484 (<https://dx.doi.org/10.1002%2Fejoc.200500484>).
13. Greenwood and Earnshaw, σελ. 136–37
14. Greenwood and Earnshaw, σελ. 19
15. Halperin, Edward C.; Perez, Carlos A. (2008). *Perez and Brady's principles and practice of radiation oncology* (<https://books.google.com/books?id=NyeE6-aKnSYC&pg=PA1997>). Lippincott Williams & Wilkins. σελίδες 1997–. ISBN 978-0-7817-6369-1. Ανακτήθηκε στις 19 Ιουλίου 2011.
16. Bauman, Glenn; Charette, Many; Reid, Robert; Sathya, Jinka (2005). «Radiopharmaceuticals for the palliation of painful bone metastases – a systematic review». *Radiotherapy and Oncology* **75** (3): 258.E1–258.E13. doi:10.1016/j.radonc.2005.03.003 (<https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.radonc.2005.03.003>). PMID 16299924 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16299924>).
17. «Strontium | Radiation Protection | US EPA» (<http://www.epa.gov/rpdweb00/radionuclides/strontium.html#environment>). United States Environmental Protection Agency (EPA). 24 Απριλίου 2012. Ανακτήθηκε στις 18 Ιουνίου 2012.
18. «Chernobyl: Assessment of Radiological and Health Impact, 2002 update; Chapter I – The site and accident sequence» (<https://www.oecd-neo.org/rp/reports/2003/nea3508-chernobyl.pdf>) (PDF). OECD-NEA. 2002. Ανακτήθηκε στις 3 Ιουνίου 2015.
19. Murray, W. H. (1977). *The Companion Guide to the West Highlands of Scotland* (<https://archive.org/details/companionguideto00murr>). London: Collins. ISBN 978-0-00-211135-5.
20. Crawford, Adair (1790). «On the medicinal properties of the muriated barytes» ([https://books.google.com/books?id=bHI\\_AAAAcAAJ&pg=P301](https://books.google.com/books?id=bHI_AAAAcAAJ&pg=P301)). *Medical Communications* **2**: 301–59. [https://books.google.com/books?id=bHI\\_AAAAcAAJ&pg=P301](https://books.google.com/books?id=bHI_AAAAcAAJ&pg=P301).
21. «Thomas Charles Hope, MD, FRSE, FRS (1766-1844) - School of Chemistry» (<http://www.chem.ed.ac.uk/about-us/history/professors/thomas-charles-hope>). *www.chem.ed.ac.uk*.
22. Doyle, W.P. «Thomas Charles Hope, MD, FRSE, FRS (1766–1844)» (<https://web.archive.org/web/20130602122314/http://www.chem.ed.ac.uk/about/professors/hope.html>). The University of Edinburgh. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://www.chem.ed.ac.uk/about/professors/hope.html>) στις 2 Ιουνίου 2013.
23. Αν και ο Τόμας Χόουπ είχε μελετήσει μεταλλεύματα στρόντιου από το 1791, η έρευνα του δημοσιεύτηκε στο: Hope, Thomas Charles (1798). «Account of a mineral from Strontian and of a particular species of earth which it contains» (<https://books.google.com/books?id=5TEeAQAAMAAJ&pg=RA1-PA3>). *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* **4** (2): 3–39. doi:10.1017/S0080456800030726 (<https://dx.doi.org/10.1017%2FS0080456800030726>). <https://books.google.com/books?id=5TEeAQAAMAAJ&pg=RA1-PA3>.
24. Murray, T. (1993). «Elementary Scots: The Discovery of Strontium». *Scottish Medical Journal* **38** (6): 188–89. doi:10.1177/003693309303800611 (<https://dx.doi.org/10.1177%2F003693309303800611>). PMID 8146640 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8146640>).
25. Hope, Thomas Charles (1794). «Account of a mineral from Strontian and of a particular species of earth which it contains» (<https://books.google.com/books?id=7StFAAAAcAAJ&pg=PA143>). *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* **3** (2): 141–49. doi:10.1017/S0080456800020275 (<https://dx.doi.org/10.1017%2FS0080456800020275>). <https://books.google.com/books?id=7StFAAAAcAAJ&pg=PA143>.
26. Davy, H. (1808). «Electro-chemical researches on the decomposition of the earths; with observations on the metals obtained from the alkaline earths, and on the amalgam procured from ammonia» (<https://books.google.com/books?id=gpwEAAAAYAAJ&pg=102>). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **98**: 333–70. doi:10.1098/rstl.1808.0023 (<https://dx.doi.org/10.1098%2Frstl.1808.0023>). Bibcode: 1808RSPT...98..333D (<http://adsabs.harvard.edu/abs/1808RSPT...98..333D>). <https://books.google.com/books?id=gpwEAAAAYAAJ&pg=102>.
27. Taylor, Stuart (19 Ιουνίου 2008). «Strontian gets set for anniversary» ([https://web.archive.org/web/20090113005443/http://www.lochaber-news.co.uk/news/fullstory.php/aid/2644/Strontian\\_gets\\_set\\_for\\_anniversary.html](https://web.archive.org/web/20090113005443/http://www.lochaber-news.co.uk/news/fullstory.php/aid/2644/Strontian_gets_set_for_anniversary.html)). Lochaber News. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο στις 13 Ιανουαρίου 2009.
28. Weeks, Mary Elvira (1932). «The discovery of the elements: X. The alkaline earth metals and magnesium and cadmium». *Journal of Chemical Education* **9** (6): 1046–57. doi:10.1021/ed009p1046 (<https://dx.doi.org/10.1021%2Fed009p1046>). Bibcode: 1932JChEd...9.1046W (<http://adsabs.harvard.edu/abs/1932JChEd...9.1046W>).
29. Partington, J. R. (1942). «The early history of strontium». *Annals of Science* **5** (2): 157. doi:10.1080/00033794200201411 (<https://dx.doi.org/10.1080%2F00033794200201411>).
30. Partington, J. R. (1951). «The early history of strontium. Part II». *Annals of Science* **7**: 95. doi:10.1080/00033795100202211 (<https://dx.doi.org/10.1080%2F00033795100202211>).
31. Πολλοί άλλοι πρώτοι ερευνητές εξέτασαν το μέταλλευμα στρόντιου, μεταξύ αυτών: (1) Martin Heinrich Klaproth, "Chemische Versuche über die Strontianerde" (Χημικά πειράματα σε στρόντιο μέταλλευμα), *Crell's Annalen* (Σεπτέμβριος 1793) no. ii, σελ. 189–202 και "Nachtrag zu den Versuchen über die Strontianerde" (Προσθήκη στα πειράματα στο Μεταλλεύμα Στρόντιανού), *Crell's Annalen* (Φεβρουάριος 1794) no. i, σελ. 99. Επίσης: (2) Kirwan, Richard (1794) «Experiments on a new earth found near Stronhian in Scotland». *The Transactions of the Royal Irish Academy* **5**: σελ.243–56.
32. Fachgruppe Geschichte Der Chemie, Gesellschaft Deutscher Chemiker (2005). *Metalle in der Elektrochemie* (<https://books.google.com/books?id=xDkoAQAIAAJ&q=dubrunfaut+strontium>). σελίδες 158–62.

33. Heriot, T. H. P (2008). «strontium saccharate process». *Manufacture of Sugar from the Cane and Beet*. ISBN 978-1-4437-2504-0.
34. Börnchen, Martin. «Der Strontianitbergbau im Münsterland» ([http://web.archive.org/web/20141211085517/http://www.lwl.org/LWL/Kultur/Westfalen\\_Regional/Wirtschaft/Bergbau/Strontianitbergbau/](http://web.archive.org/web/20141211085517/http://www.lwl.org/LWL/Kultur/Westfalen_Regional/Wirtschaft/Bergbau/Strontianitbergbau/)). Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο ([http://www.lwl.org/LWL/Kultur/Westfalen\\_Regional/Wirtschaft/Bergbau/Strontianitbergbau/](http://www.lwl.org/LWL/Kultur/Westfalen_Regional/Wirtschaft/Bergbau/Strontianitbergbau/)) στις 11 Δεκεμβρίου 2014. Ανακτήθηκε στις 9 Νοεμβρίου 2010.
35. Martin, Josè; Ortega-Huertas, Miguel; Torres-Ruiz, Jose (1984). «Genesis and evolution of strontium deposits of the granada basin (Southeastern Spain): Evidence of diagenetic replacement of a stromatolite belt». *Sedimentary Geology* **39** (3–4): 281. doi:10.1016/0037-0738(84)90055-1 ([https://dx.doi.org/10.1016/0037-0738\(84\)90055-1](https://dx.doi.org/10.1016/0037-0738(84)90055-1)). Bibcode: 1984SedG...39..281M (<http://adsabs.harvard.edu/abs/1984SedG...39..281M>).
36. «Chain Fission Yields» (<http://www-nds.iaea.org/sfnucdat/c1.htm>). iaea.org.
37. Nordin, B. E. (1968). «Strontium Comes of Age» ([https://archive.org/details/sim\\_british-medical-journal\\_1968-03-02\\_1\\_5591/page/n40](https://archive.org/details/sim_british-medical-journal_1968-03-02_1_5591/page/n40)). *British Medical Journal* **1** (5591): 566. doi:10.1136/bmj.1.5591.566 (<https://dx.doi.org/10.1136/bmj.1.5591.566>). PMC 1985251 (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1985251>). [https://archive.org/details/sim\\_british-medical-journal\\_1968-03-02\\_1\\_5591/page/n40](https://archive.org/details/sim_british-medical-journal_1968-03-02_1_5591/page/n40).
38. Turekian, K. K.; Wedepohl, K. H. (1961). «Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust» ([https://archive.org/details/sim\\_geological-society-of-america-bulletin\\_1961-02\\_72\\_2/page/175](https://archive.org/details/sim_geological-society-of-america-bulletin_1961-02_72_2/page/175)). *Geological Society of America Bulletin* **72** (2): 175–92. doi:10.1130/0016-7606(1961)72[175:DOTES]2.0.CO;2 ([https://dx.doi.org/10.1130/0016-7606\(1961\)72\[175:DOTES\]2.0.CO;2](https://dx.doi.org/10.1130/0016-7606(1961)72[175:DOTES]2.0.CO;2)). Bibcode: 1961GSAB...72..175T (<http://adsabs.harvard.edu/abs/1961GSAB...72..175T>). [https://archive.org/details/sim\\_geological-society-of-america-bulletin\\_1961-02\\_72\\_2/page/175](https://archive.org/details/sim_geological-society-of-america-bulletin_1961-02_72_2/page/175).
39. Ober, Joyce A. «Mineral Commodity Summaries 2010: Strontium» (<https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/strontium/mcs-2010-stron.pdf>) (PDF). United States Geological Survey. Ανακτήθηκε στις 14 Μαΐου 2010.
40. Heuel-Fabianek, B. (2014). «Partition Coefficients (Kd) for the Modelling of Transport Processes of Radionuclides in Groundwater» (<http://user.fz-juelich.de/record/154001/files/FZJ-2014-03430.pdf>). *Berichte des Forschungszentrums Jülich* **4375**. ISSN 0944-2952 (<http://worldcat.org/issn/0944-2952>). <http://user.fz-juelich.de/record/154001/files/FZJ-2014-03430.pdf>.
41. Stringfield, V. T. (1966). «Strontium». *Artesian water in Tertiary limestone in the southeastern States*. Geological Survey Professional Paper. United States Government Printing Office. σελίδες 138–39.
42. Angino, Ernest E.; Billings, Gale K.; Andersen, Neil (1966). «Observed variations in the strontium concentration of sea water». *Chemical Geology* **1**: 145. doi:10.1016/0009-2541(66)90013-1 ([https://dx.doi.org/10.1016/0009-2541\(66\)90013-1](https://dx.doi.org/10.1016/0009-2541(66)90013-1)). Bibcode: 1966ChGeo...1..145A (<http://adsabs.harvard.edu/abs/1966ChGeo...1..145A>).
43. Sun, Y.; Sun, M.; Lee, T.; Nie, B. (2005). «Influence of seawater Sr content on coral Sr/Ca and Sr thermometry» ([https://archive.org/details/sim\\_coral-reefs\\_2005-03\\_24\\_1/page/23](https://archive.org/details/sim_coral-reefs_2005-03_24_1/page/23)). *Coral Reefs* **24**: 23. doi:10.1007/s00338-004-0467-x (<https://dx.doi.org/10.1007/s00338-004-0467-x>). [https://archive.org/details/sim\\_coral-reefs\\_2005-03\\_24\\_1/page/23](https://archive.org/details/sim_coral-reefs_2005-03_24_1/page/23).
44. Kogel, Jessica Elzea· Trivedi, Nikhil C. (5 Μαρτίου 2006). *Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets, and Uses* (<https://books.google.com/books?id=zNidckuulE4C&pg=PA928>). ISBN 978-0-87335-233-8.
45. Kemal, Mevlüt· Arslan, V. (1996). *Production of SrCO<sub>3</sub> by black ash process: Determination of reductive roasting parameters* (<https://books.google.com/books?id=5smDPZkw0wEC&pg=PA401>). σελ. 401. ISBN 978-90-5410-829-0.
46. «Cathode Ray Tube Glass-To-Glass Recycling» ([https://web.archive.org/web/20081219162330/http://yosemite.epa.gov/ee/epa/riafile.nsf/419e576a3df1421685256470007e3141/5a52093c460136ac85256cf6008062d0/\\$FILE/S99-23.pdf](https://web.archive.org/web/20081219162330/http://yosemite.epa.gov/ee/epa/riafile.nsf/419e576a3df1421685256470007e3141/5a52093c460136ac85256cf6008062d0/$FILE/S99-23.pdf)) (PDF). ICF Incorporated, USEP Agency. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο ([http://yosemite.epa.gov/ee/epa/riafile.nsf/419e576a3df1421685256470007e3141/5a52093c460136ac85256cf6008062d0/\\$FILE/S99-23.pdf](http://yosemite.epa.gov/ee/epa/riafile.nsf/419e576a3df1421685256470007e3141/5a52093c460136ac85256cf6008062d0/$FILE/S99-23.pdf)) (PDF) στις 19 Δεκεμβρίου 2008. Ανακτήθηκε στις 7 Ιανουαρίου 2012.
47. Ober, Joyce A· Polyak, Désirée E. «Mineral Yearbook 2007: Strontium» (<https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/strontium/myb1-2007-stron.pdf>) (PDF). United States Geological Survey. Ανακτήθηκε στις 14 Οκτωβρίου 2008.
48. Méar, F.; Yot, P.; Cambon, M.; Ribes, M. (2006). «The characterization of waste cathode-ray tube glass». *Waste Management* **26** (12): 1468–76. doi:10.1016/j.wasman.2005.11.017 (<https://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2005.11.017>). PMID 16427267 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16427267>).
49. Price, T. Douglas; Schoeninger, Margaret J.; Armelagos, George J. (1985). «Bone chemistry and past behavior: an overview». *Journal of Human Evolution* **14** (5): 419–47. doi:10.1016/S0047-2484(85)80022-1 ([https://dx.doi.org/10.1016/S0047-2484\(85\)80022-1](https://dx.doi.org/10.1016/S0047-2484(85)80022-1)). PMID 2980022-1.
50. Steadman, Luville T.; Brudevold, Finn; Smith, Frank A. (1958). «Distribution of strontium in teeth from different geographic areas». *The Journal of the American Dental Association* **57** (3): 340–44. doi:10.14219/jada.archive.1958.0161 (<https://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.1958.0161>). PMID 13575071 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13575071>).
51. Schweissing, Matthew Mike; Grupe, Gisela (2003). «Stable strontium isotopes in human teeth and bone: a key to migration events of the late Roman period in Bavaria». *Journal of Archaeological Science* **30** (11): 1373–83. doi:10.1016/S0305-4403(03)00025-6 ([https://dx.doi.org/10.1016/S0305-4403\(03\)00025-6](https://dx.doi.org/10.1016/S0305-4403(03)00025-6)). PMID 2900025-6.
52. Dasch, J. (1969). «Strontium isotopes in weathering profiles, deep-sea sediments, and sedimentary rocks». *Geochimica et Cosmochimica Acta* **33** (12): 1521–52. doi:10.1016/0016-7037(69)90153-7 ([https://dx.doi.org/10.1016/0016-7037\(69\)90153-7](https://dx.doi.org/10.1016/0016-7037(69)90153-7)). Bibcode: 1969GeCoA..33.1521D (<http://adsabs.harvard.edu/abs/1969GeCoA..33.1521D>).
53. Krom, M. D.; Cliff, R.; Eijssink, L. M.; Herut, B.; Chester, R. (1999). «The characterisation of Saharan dusts and Nile particulate matter in surface sediments from the Levantine basin using Sr isotopes». *Marine Geology* **155** (3–4): 319–30. doi:10.1016/S0025-3227(98)00130-3 ([https://dx.doi.org/10.1016/S0025-3227\(98\)00130-3](https://dx.doi.org/10.1016/S0025-3227(98)00130-3)). Bibcode: 1999MGeol.155..319K (<http://adsabs.harvard.edu/abs/1999MGeol.155..319K>).
54. Benson, L.; Cordell, L.; Vincent, K.; Taylor, H.; Stein, J.; Farmer, G.; Kiyoto, F. (2003). «Ancient maize from Chacoan great houses: where was it grown?» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=240753>). *Proceedings of the National Academy of Sciences* **100** (22): 13111–15. doi:10.1073/pnas.2135068100 (<https://dx.doi.org/10.1073/pnas.2135068100>). PMID 14563925 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14563925>). Bibcode: 2003PNAS..10013111B (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2003PNAS..10013111B>).
55. English NB; Betancourt JL; Dean JS; Quade J. (October 2001). «Strontium isotopes reveal distant sources of architectural timber in Chaco Canyon, New Mexico» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=59738>). *Proc Natl Acad Sci USA* **98** (21): 11891–96. doi:10.1073/pnas.211305498 (<https://dx.doi.org/10.1073/pnas.211305498>). PMID 11572943 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11572943>). Bibcode: 2001PNAS...9811891E (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2001PNAS...9811891E>).
56. Barnett-Johnson, Rachel; Grimes, Churchill B.; Royer, Chantell F.; Donohoe, Christopher J. (2007). «Identifying the contribution of wild and hatchery Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) to the ocean fishery using otolith microstructure as natural tags» (<https://zenodo.org/record/1235897>). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **64** (12): 1683–92. doi:10.1139/F07-129 (<https://dx.doi.org/10.1139/F07-129>). <https://zenodo.org/record/1235897>.

57. Porder, S.; Paytan, A.; E.A. Hadly (2003). «Mapping the origin of faunal assemblages using strontium isotopes» ([https://archive.org/details/sim\\_paleobiology\\_spring-2003\\_29\\_2/page/197](https://archive.org/details/sim_paleobiology_spring-2003_29_2/page/197)). *Paleobiology* 29 (2): 197–204. doi:10.1666/0094-8373(2003)029<0197:MT00FA>2.0.CO;2 ([https://dx.doi.org/10.1666/0094-8373\(2003\)029<0197:MT00FA>2.0.CO;2](https://dx.doi.org/10.1666/0094-8373(2003)029<0197:MT00FA>2.0.CO;2)). [https://archive.org/details/sim\\_paleobiology\\_spring-2003\\_29\\_2/page/197](https://archive.org/details/sim_paleobiology_spring-2003_29_2/page/197).
58. «Chemistry of Firework Colors – How Fireworks Are Colored» (<http://web.archive.org/web/20080513202402/http://chemistry.about.com/od/fireworkspyrrotechnics/a/fireworkcolors.htm>). Chemistry.about.com. 10 Απριλίου 2012. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://chemistry.about.com/od/fireworkspyrrotechnics/a/fireworkcolors.htm>) στις 13 Μαΐου 2008. Ανακτήθηκε στις 14 Απριλίου 2012.
59. «Ferrite Permanent Magnets» (<https://web.archive.org/web/20120514152507/http://www.arnoldmagnetics.com/Ferrite.aspx>). Arnold Magnetic Technologies. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://www.arnoldmagnetics.com/Ferrite.aspx>) στις 14 Μαΐου 2012. Ανακτήθηκε στις 18 Ιανουαρίου 2014.
60. «Barium Carbonate» (<https://web.archive.org/web/20141006124351/http://www.cpc-us.com/products/barium-carbonate.html>). Chemical Products Corporation. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://www.cpc-us.com/products/barium-carbonate.html>) στις 6 Οκτωβρίου 2014. Ανακτήθηκε στις 18 Ιανουαρίου 2014.
61. Ghom (1 Δεκεμβρίου 2005). *Textbook of Oral Medicine*. σελ. 885. ISBN 978-81-8061-431-6.
62. CartlidgeMar. 1, Edwin· 2018· Pm, 12:00 (28 Φεβρουαρίου 2018). «With better atomic clocks, scientists prepare to redefine the second» (<https://www.science.org/content/article/better-atomic-clocks-scientists-prepare-redefine-second>). *Science | AAAS* (στα Αγγλικά). Ανακτήθηκε στις 10 Φεβρουαρίου 2019.
63. «FDA ANDA Generic Drug Approvals» (<https://www.fda.gov/Drugs/DevelopmentApprovalProcess/HowDrugsareDevelopedandApproved/DrugandBiologicApprovalReports/ANDAGenericDrugApprovals/UCM064272>). Food and Drug Administration.
64. «What are the fuels for radioisotope thermoelectric generators?» (<http://www.qrg.northwestern.edu/projects/vss/docs/Power/3-what-are-the-fuels-for-rtgs.html>). *qrg.northwestern.edu*.
65. Doyle, James (30 Ιουνίου 2008). *Nuclear safeguards, security and nonproliferation: achieving security with technology and policy* ([https://books.google.com/books?id=8W0Za\\_y3IkQC&pg=PA459](https://books.google.com/books?id=8W0Za_y3IkQC&pg=PA459)). σελ. 459. ISBN 978-0-7506-8673-0.
66. O'Brien, R. C.; Ambrosi, R. M.; Bannister, N. P.; Howe, S. D.; Atkinson, H. V. (2008). «Safe radioisotope thermoelectric generators and heat sources for space applications». *Journal of Nuclear Materials* 377 (3): 506–21. doi:10.1016/j.jnucmat.2008.04.009 (<https://dx.doi.org/10.1016/j.jnucmat.2008.04.009>). Bibcode: 2008JNuM..377..506O (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2008JNuM..377..506O>).
67. De Deckker, Patrick (2004). «On the celestite-secreting Acantharia and their effect on seawater strontium to calcium ratios». *Hydrobiologia* 517 (1–3): 1. doi:10.1023/B:HYDR.0000027333.02017.50 (<https://dx.doi.org/10.1023/B:HYDR.0000027333.02017.50>).
68. Pors Nielsen, S. (2004). «The biological role of strontium». *Bone* 35 (3): 583–88. doi:10.1016/j.bone.2004.04.026 (<https://dx.doi.org/10.1016/j.bone.2004.04.026>). PMID 15336592 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15336592>).
69. Cabrera, Walter E.; Schrooten, Iris; De Broe, Marc E.; d'Haese, Patrick C. (1999). «Strontium and Bone». *Journal of Bone and Mineral Research* 14 (5): 661–68. doi:10.1359/jbmr.1999.14.5.661 (<https://dx.doi.org/10.1359/jbmr.1999.14.5.661>). PMID 10320513 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10320513>).
70. Emsley, John (2011). *Nature's building blocks: an A–Z guide to the elements* ([https://archive.org/details/naturesbuildingb0000emsl\\_b1k4](https://archive.org/details/naturesbuildingb0000emsl_b1k4)). Oxford University Press. σελ. 507 ([https://archive.org/details/naturesbuildingb0000emsl\\_b1k4/page/507](https://archive.org/details/naturesbuildingb0000emsl_b1k4/page/507)). ISBN 978-0-19-960563-7.
71. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (21 Ιανουαρίου 2015). «ATSDR – Public Health Statement: Strontium» (<https://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=654&tid=120>). *cdc.gov*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Ανακτήθηκε στις 17 Νοεμβρίου 2016.
72. Tiller, B. L. (2001), «4.5 Fish and Wildlife Surveillance» ([https://hanford-site.pnnl.gov/envreport/2001/env01\\_45.pdf](https://hanford-site.pnnl.gov/envreport/2001/env01_45.pdf)), *Hanford Site 2001 Environmental Report*, DOE, [http://hanford-site.pnnl.gov/envreport/2001/env01\\_45.pdf](http://hanford-site.pnnl.gov/envreport/2001/env01_45.pdf), ανακτήθηκε στις 14 January 2014
73. Driver, C. J. (1994), *Ecotoxicity Literature Review of Selected Hanford Site Contaminants* (<https://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/10136486-6sLptZ/native/10136486.pdf>), DOE, doi:10.2172/10136486 (<https://dx.doi.org/10.2172/10136486>), <http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/10136486-6sLptZ/native/10136486.pdf>, ανακτήθηκε στις 14 January 2014
74. «Freshwater Ecology and Human Influence» (<https://web.archive.org/web/20140101063834/http://www.areaenvirothron.org/freshwaterecology.htm>). Area IV Envirothron. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://www.areaenvirothron.org/freshwaterecology.htm>) στις 1 Ιανουαρίου 2014. Ανακτήθηκε στις 14 Ιανουαρίου 2014.
75. «Radioisotopes That May Impact Food Resources» (<https://web.archive.org/web/20140821162026/http://epi.alaska.gov/eh/radiation/RadioisotopesInFood.pdf>) (PDF). Epidemiology, Health and Social Services, State of Alaska. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο στις 21 Αυγούστου 2014. Ανακτήθηκε στις 14 Ιανουαρίου 2014.
76. «Human Health Fact Sheet: Strontium» (<https://web.archive.org/web/20140124000858/http://www.gsesser.com/FactSheet/Strontium.pdf>) (PDF). Argonne National Laboratory. Οκτωβρίου 2001. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://www.gsesser.com/FactSheet/Strontium.pdf>) (PDF) στις 24 Ιανουαρίου 2014. Ανακτήθηκε στις 14 Ιανουαρίου 2014.
77. «Biological Half-life» (<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/nuclear/biohalf.html>). HyperPhysics. Ανακτήθηκε στις 14 Ιανουαρίου 2014.
78. Glasstone, Samuel· Dolan, Philip J. (1977). «XII: Biological Effects» ([http://www.fourmilab.ch/etexts/www/effects/eonw\\_12.pdf](http://www.fourmilab.ch/etexts/www/effects/eonw_12.pdf)) (PDF). *The effects of Nuclear Weapons*. σελ. 605. Ανακτήθηκε στις 14 Ιανουαρίου 2014.
79. Shagina, N. B.; Bougrov, N. G.; Degteva, M. O.; Kozheurov, V. P.; Tolstykh, E. I. (2006). «An application of in vivo whole body counting technique for studying strontium metabolism and internal dose reconstruction for the Techa River population». *Journal of Physics: Conference Series* 41 (1): 433–40. doi:10.1088/1742-6596/41/1/048 (<https://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/41/1/048>). Bibcode: 2006JPhCS..41..433S (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2006JPhCS..41..433S>).
80. Meunier P. J.; Roux C.; Seeman E.; Ortolani, S.; Badurski, J. E.; Spector, T. D.; Cannata, J.; Balogh, A. και άλλοι. (January 2004). «The effects of strontium ranelate on the risk of vertebral fracture in women with postmenopausal osteoporosis» ([http://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:315180/UQ315180\\_OA.pdf](http://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:315180/UQ315180_OA.pdf)). *New England Journal of Medicine* 350 (5): 459–68. doi:10.1056/NEJMoa022436 (<https://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa022436>). PMID 14749454 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14749454>). [http://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:315180/UQ315180\\_OA.pdf](http://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:315180/UQ315180_OA.pdf).
81. Reginster JY; Seeman E; De Vernejoul MC; Adami, S.; Compston, J.; Phenekos, C.; Devogelaer, J. P.; Diaz Curiel, M. και άλλοι. (May 2005). «Strontium ranelate reduces the risk of nonvertebral fractures in postmenopausal women with osteoporosis: treatment of peripheral osteoporosis (TROPOS) study» (<http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/20123/1/Strontium%20ranelate%20reduces%20the%20risk%20of%20nonvertebral%20fractures%20in%20postmenopausal%20women%20with%20osteoporosis%20Treatment%20of%20Peripheral%20Osteoporosis%20%28TROPOS%29%20study.pdf>). *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 90 (5): 2816–22. doi:10.1210/jc.2004-1774 (<https://dx.doi.org/10.1210/jc.2004-1774>). PMID 15728210 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15728210>). <http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/20123/1/Strontium%20ranelate%20reduces%20the%20risk%20of%20nonvertebral%20fractures%20in%20postmenopausal%20women%20with%20osteoporosis%20Treatment%20of%20Peripheral%20Osteoporosis%20%28TROPOS%29%20study.pdf>.
82. «Strontium ranelate: cardiovascular risk – restricted indication and new monitoring requirements» (<http://www.mhra.gov.uk/Safetyinformation/DrugSafetyUpdate/CON392870>). Medicines and Healthcare products Regulatory Agency, UK. Μαρτίου 2014.
83. Price, Charles T.; Langford, Joshua R.; Liporace, Frank A. (5 April 2012). «Essential Nutrients for Bone Health and a Review of their Availability in the Average North American Diet» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=3330619>). *Open Orthop. J.* 6: 143–49. doi:10.2174/1874325001206010143 (<https://dx.doi.org/10.2174/1874325001206010143>). PMID 22523525 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22523525>).



84. «Strontium» (<https://www.webmd.com/vitamins-supplements/ingredientmono-1077-strontium.aspx?activeingredientid=1077&>). *WebMD*. Ανακτήθηκε στις 20 Νοεμβρίου 2017.
85. «Strontium for Osteoporosis» (<https://www.webmd.com/osteoporosis/guide/strontium-treatment-osteoporosis>). *WebMD*. Ανακτήθηκε στις 20 Νοεμβρίου 2017.
86. Hahn, G.S. (1999). «Strontium Is a Potent and Selective Inhibitor of Sensory Irritation» ([https://web.archive.org/web/20160531110553/http://refinityskinscience.com/wp-content/themes/refinity/pdf/1\\_strontium\\_is\\_a\\_potent\\_selective\\_inhibitor.pdf](https://web.archive.org/web/20160531110553/http://refinityskinscience.com/wp-content/themes/refinity/pdf/1_strontium_is_a_potent_selective_inhibitor.pdf)). *Dermatologic Surgery* 25 (9): 689–94. doi:10.1046/j.1524-4725.1999.99099.x (<https://dx.doi.org/10.1046%2Fj.1524-4725.1999.99099.x>). PMID 10491058 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10491058>). Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο ([http://refinityskinscience.com/wp-content/themes/refinity/pdf/1\\_strontium\\_is\\_a\\_potent\\_selective\\_inhibitor.pdf](http://refinityskinscience.com/wp-content/themes/refinity/pdf/1_strontium_is_a_potent_selective_inhibitor.pdf)) στις 31 May 2016. [https://web.archive.org/web/20160531110553/http://refinityskinscience.com/wp-content/themes/refinity/pdf/1\\_strontium\\_is\\_a\\_potent\\_selective\\_inhibitor.pdf](https://web.archive.org/web/20160531110553/http://refinityskinscience.com/wp-content/themes/refinity/pdf/1_strontium_is_a_potent_selective_inhibitor.pdf)
87. Hahn, G.S. (2001). *Anti-irritants for Sensory Irritation* (<https://books.google.com/books?id=3dzCrVrGuigC>). σελ. 285. ISBN 978-0-8247-0292-2.
88. Kim, Hyun Jeong; Kim, Min Jung; Jeong, Se Kyoo (2006). «The Effects of Strontium Ions on Epidermal Permeability Barrier» (<http://web.archive.org/web/20210604054749/http://210.101.116.107/kda/english/view.asp?year=2006&page=1309&vol=44&iss=11>). *The Korean Dermatological Association, Korean Journal of Dermatology* 44: 1309. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://210.101.116.107/kda/english/view.asp?year=2006&page=1309&vol=44&iss=11>) στις 2021-06-04. <https://web.archive.org/web/20210604054749/http://210.101.116.107/kda/english/view.asp?year=2006&page=1309&vol=44&iss=11>. Ανακτήθηκε στις 2022-11-16.
89. Potera, Carol (2011). «HAZARDOUS WASTE: Pond Algae Sequester Strontium-90» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=3114833>). *Environ Health Perspect* 119 (6): A244. doi:10.1289/ehp.119-a244 (<https://dx.doi.org/10.1289%2Fehp.119-a244>). PMID 21628117 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21628117>).
90. Boehm, BO; Rosinger, S; Belyi, D; Dietrich, JW (18 August 2011). «The parathyroid as a target for radiation damage.». *The New England Journal of Medicine* 365 (7): 676–8. doi:10.1056/NEJMc1104982 (<https://dx.doi.org/10.1056%2FNEJMc1104982>). PMID 21848480 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21848480>).
91. Liu, Mingxue; Dong, Faqin; Kang, Wu; Sun, Shiyong; Wei, Hongfu; Zhang, Wei; Nie, Xiaoqin; Guo, Yuting και άλλοι. (2014). «Biosorption of Strontium from Simulated Nuclear Wastewater by *Scenedesmus spinosus* under Culture Conditions: Adsorption and Bioaccumulation Processes and Models» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=4078568>). *Int J Environ Res Public Health* 11 (6): 6099–6118. doi:10.3390/ijerph110606099 (<https://dx.doi.org/10.3390%2Fijerph110606099>). PMID 24919131 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24919131>).

---

## Εξωτερικοί σύνδεσμοι

---

- Πολυμέσα σχετικά με το θέμα Strontium στο Wikimedia Commons
- Λεξιλογικός ορισμός του στρόντιο στο Βικιλεξικό

---

Ανακτήθηκε από "<https://el.wikipedia.org/w/index.php?title=Στρόντιο&oldid=10871106>"