

# Σκάνδιο

Το **σκάνδιο** είναι χημικό στοιχείο με σύμβολο **Sc** και <u>ατομικό αριθμό</u> 21. Είναι ένα αργυρόλευκο <u>μέταλλο</u>, το οποίο ιστορικά κατατάχθηκε μερικές φορές στις <u>σπάνιες γαίες</u> μαζί με το <u>ύττριο</u> και τις <u>λανθανίδες</u>. Το 1879 ο Λαρς Φρέντρικ Νίλσον (Lars Fredrik Nilson) και η ομάδα του, ανακάλυψαν το νέο (τότε) χημικό στοιχείο με <u>φασματοσκοπική ανάλυση</u>, σε μεταλλεύματα <u>ευξενίτη</u> και <u>γαδολινίτη</u> από τη <u>Σκανδιναβία</u>, εξ ου και η ονομασία του.

Το σκάνδιο ανευρίσκεται στα περισσότερα κοιτάσματα σπάνιων γαιών και <u>ουρανίου</u>, αλλά εξάγεται από αυτά μόνο σε λίγα <u>ορυχεία</u> παγκοσμίως. Χάρη στη μικρή του διαθεσιμότητα και τις δυσκολίες της απομόνωσης μεταλλικού σκανδίου, κάτι που έγινε εφικτό το 1937, χρειάστηκε να φθάσει η δεκαετία του 1970 πριν ανακαλυφθούν οι πρώτες εφαρμογές του. Τότε ανακαλύφθηκαν τα θετικά αποτελέσματα από τη δημιουργία <u>κραμάτων</u> του με <u>αλουμίνιο</u>. Αυτά τα κράματα παραμένουν η κύρια πρακτική εφαρμογή του σκανδίου.

### Ιστορία

Ο Μεντελέγιεφ προέβλεψε την ύπαρξη ενός χημικού στοιχείου, που ονόμασε «εκαβόριο», με ατομική μάζα 40-48 amu το 1869. Δέκα χρόνια αργότερα ο Λαρς Φρέντρικ Νίλσον (Lars Fredrik Nilson) ανακάλυψε το τότε νέο χημικό στοιχείο σε μεταλλεύματα ευξενίτη και γαδολινίτη από τη Σκανδιναβία. Κατάφερε να απομονώσει 2 g οξείδιο του σκανδίου (Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) με υψηλή καθαρότητα. Το ονόμασε «σκάνδιο», από τη λατινική λέξη «Scandia» που σημαίνει Σκανδιναβία. Ο Νίλσον (Nilson) δεν γνώριζε τότε την πρόβλεψη του Μεντελέγιεφ, αλλά ο Per Teodor Cleve αναγνώρισε τη συνεισφορά και τον ανέφερε..

Το μεταλλικό σκάνδιο απομονώθηκε για πρώτη φορά το 1937 με ηλεκτρόλυση του (σχετικά) εύτηκτου μίγματος χλωριούχου καλίου (KCl), χλωριούχου λιθίου (LiCl) και χλωριούχου σκανδίου (ScCl3), στου 700-800 °C... Η πρώτη λίβρα 99% καθαρού σκανδίου παράχθηκε το 1960. Η πρώτη χρήση του για παραγωγή κράματος με αλουμίνιο έγινε το 1971, ως αμερικανική πατέντα, αλλά πολύ σύντομα ανάλογα κράματα ανέπτυξε και η τότε ΕΣΣΔ .

#### Η θέση του στον περιοδικό πίνακα

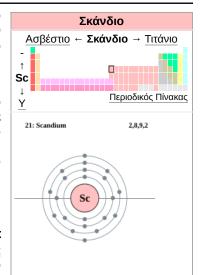
Οι ομάδες 1-3 του περιοδικού συστήματος θα μπορούσαν να γραφούν ως εξής:

1	2	3	
Н			
Li	Ве	В	
Na	Mg	Al	
K	Ca	Sc	
Rb	Sr	Υ	
Cs	Ва	La	
Fr	Ra	Ac	

Αυτή η ομαδοποίηση, όμως, δείχνει (εσφαλμένα) ότι οι ιδιότητες του σκανδίου είναι περίπου ενδιάμεσες μεταξύ αυτών του αργιλίου (Al) και του υττρίου (Y), όπως ομοίως είναι αυτές του ασβεστίου (Ca) ενδιάμεσες αυτών του μαγνησίου (Mg) και του στροντίου (Sr). Επίσης δείχνει (εσφαλμένα) ότι υπάρχει διαγώνια σχέση μεταξύ μαγνησίου και σκανδίου, όπως ακριβώς συμβαίνει μεταξύ βηρυλλίου (Be) και αργιλίου.

Ωστόσο, και στον κανονικό περιοδικό πίνακα το βόριο και το αργίλιο τοποθετούνται στην ομάδα  $\text{III}_{A}$  (13), όπου οι παραπάνω περιγραφόμενες σχέσεις είναι λιγότερο προφανείς. Ομοίως και στη υπόλοιπη ομάδα  $\text{III}_{B}$  (3), υπήρχαν διαφωνίες για την κοινή κατάταξη σε μια ομάδα των στοιχείων της, σκάνδιο, ύττριο και θεωρητικά μαζί όλες οι λανθανίδες και οι ακτινίδες.. Στις χημικές ενώσεις των στοιχείων της ομάδας αυτής (III $_{B}$  ή 3), η πιο σταθερή βαθμίδα οξείδωσης είναι +3, αφού τα ιόντα  $\text{M}^{3+}$  έχουν την πλέον σταθερή ηλεκτρονική δομή των ευγενών αερίων. Τα περισσότερα σύγχρονα χημικά εγχειρίδια πάντως τοποθετούν όλα αυτά τα χημικά στοιχεία στην ίδια ομάδα του περιοδικού συστήματος.

## Ισότοπα του σκανδίου





Ιστορία

Ταυτότητα του στοιχείου

	• • · · · · · · · · · ·
Όνομα, σύμβολο	Σκάνδιο (Sc)
Ατομικός αριθμός (Z)	21
Κατηγορία	Στοιχεία μετάπτωσης
ομάδα, περίοδος, τομέας	3 ,4, d
Ηλεκτρονική διαμόρφωση	3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>
Ατομικές ι	διότητες
Ατομική ακτίνα	162 pm
Ομοιοπολική ακτίνα	144 pm
Ηλεκτραρνητικότητα	1,36 (κλίμακα Pauling)
Κυριότεροι αριθμοί οξείδωσης	0, +3
Ενέργειες ιονισμού	633,1 kJ/mole (Sc → Sc+ + e-), 1.355 kJ/mole (Sc → Sc2+ + 2e-), 2.388,6 kJ/mole (Sc → Sc3+ + 3e-)

	Sc3+ + 3e-)				
Φυσικά χαρακτηριστικά					
Σημείο τήξης	1.541 °C (1.814,16 K)				
Σημείο βρασμού	2.836 °C (3.109,16 K)				
Πυκνότητα	2.985 kg/m3 (0 °C, 1 atm)				
Σκληρότητα Mohs	6,0				
Η κατάσταση αναφο	οάς είναι η ποότυπη				

κατάσταση (25°C, 1 Atm) εκτός αν σημειώνεται διαφορετικά Στη φύση το σκάνδιο αποτελείται από ένα σταθερό <u>ισότοπο</u>, το <sup>45</sup>Sc, με <u>πυρηνικό σπιν</u> 7/2. Άλλα 13 <u>ραδιοϊσότοπα</u> έχουν χαρακτηριστεί, περιλαμβάνοντας το σταθερότερο από αυτά <sup>46</sup>Sc με <u>ημιζωή</u> 83,8 ημέρες, το <sup>47</sup>Sc με ημιζωή 3,35 ημέρες και το <sup>48</sup>Sc με ημιζωή 43,7 <u>ώρες</u>. Τα υπόλοιπα 10 ραδιοϊσότοπα έχουν ημιζωή λιγότερη από 4 ώρες. Επίσης, το σκάνδιο έχει ακόμη 12 <u>μετακαταστάσεις</u>, η μακροβιότερη από τις οποίες είναι η <sup>44m2</sup>Sc με ημιζωή 58,6 ώρες. Τα ισότοπα του σκανδίου έχουν <u>ατομική μάζα</u> 40 - 54 <u>amu</u>.

# Συνολικός πίνακας των ισοτόπων του σκανδίου

σύμβολα νουκλιδίων	Z( <u>p</u> )	N(n)	ισοτοπική μάζα ( <u>amu</u> )	ημιζωή	πυρηνικό spin	αναπαράσταση ισοτοπικής σύνθεσης (κλάσμα	εύρος φυσικής διασποράς (κλάσμα mole)
	Ενέργεια διέγερσης					mole)	illolej
<sup>36</sup> Sc	21	15	36,01492(54)#				
<sup>37</sup> Sc	21	16	37,00305(32)#		7/2-#		
<sup>38</sup> Sc	21	17	37,99470(32)#	<300 ns	(2-)#		
<sup>39</sup> Sc	21	18	38,984790(26)	<300 ns	(7/2-)#		
<sup>40</sup> Sc	21	19	39,977967(3)	182,3(7) ms	4-		
<sup>41</sup> Sc	21	20	40,96925113(24)	596,3(17) ms	7/2-		
<sup>42</sup> Sc	21	21	41,96551643(29)	681,3(7) ms	0+		
<sup>42m</sup> Sc	616,28(6) keV		61,7(4) s	(7,5,6)+			
<sup>43</sup> Sc	21	22	42,9611507(20)	3,891(12) h	7/2-		
<sup>43m1</sup> Sc	151,4(2) keV		438(7) μs	3/2+			
<sup>43m2</sup> Sc	3.123	,2(3) ke	eV	470(4) ns	(19/2)-		
<sup>44</sup> Sc	21	23	43,9594028(19)	3,97(4) h	2+		
<sup>44m1</sup> Sc	67,86	80(14)	keV	154,2(8) ns	1-		
<sup>44m2</sup> Sc	270,9	5(20) k	eV	58,61(10) h	6+		
<sup>44m3</sup> Sc	146,2	24(22)	keV	50,4(7) μs	0-		
<sup>45</sup> Sc	21	24	44,9559119(9)	σταθερό	7/2-	1,0000	
<sup>45m</sup> Sc	12,40(5) keV		318(7) ms	3/2+			
<sup>46</sup> Sc	21	25	45,9551719(9)	83,79(4) d	4+		
<sup>46m1</sup> Sc	52,011(1) keV		9,4(8) μs	6+			
<sup>46m2</sup> Sc	142,528(7) keV		18,75(4) s	1-			
<sup>47</sup> Sc	21	26	46,9524075(22)	3,3492(6) d	7/2-		
<sup>47m</sup> Sc	766,83(9) keV		272(8) ns	(3/2)+			
<sup>48</sup> Sc	21	27	47,952231(6)	43,67(9) h	6+		
<sup>49</sup> Sc	21	28	48,950024(4)	57,2(2) min	7/2-		
<sup>50</sup> Sc	21	29	49,952188(17)	102,5(5) s	5+		
<sup>50m</sup> Sc	256,895(10) keV		350(40) ms	2+,3+			
<sup>51</sup> Sc	21	30	50,953603(22)	12.4(1) s	(7/2)-		
<sup>52</sup> Sc	21	31	51,95668(21)	8,2(2) s	3(+)		
<sup>53</sup> Sc	21	32	52,95961(32)#	>3 s	(7/2-)#		
<sup>54</sup> Sc	21	33	53,96326(40)	260(30) ms	3+#		
<sup>54m</sup> Sc	110(3) keV		7(5) μs	(5+)			
<sup>55</sup> Sc	21	34	54,96824(79)	0,115(15) s	7/2-#		
	21	35	55,97287(75)#	35(5) ms	(1+)		
	21	36	56,97779(75)#	13(4) ms	7/2-#		
	21	37	57,98371(86)#	12(5) ms	(3+)#		
<sup>59</sup> Sc	21	38	58,98922(97)#	10# ms	7/2-#		

<sup>60</sup> Sc	21	39	59,99571(97)#	3# ms	3+#		
------------------	----	----	---------------	-------	-----	--	--

#### Σημειώσεις

- Οι τιμές που σημειώνονται με # δεν είναι απόλυτα τεκμηριωμένες από πειραματικά δεδομένα, αλλά προέρχονται, τουλάχιστον εν μέρει, από συστηματικά μοντέλα. Τα σπιν με αμφιβολίες είναι κλεισμένα σε παρενθέσεις.
- Οι αβεβαιότητες δίνονται επίσης σε παρενθέσεις, αφορώντας τα τελευταία ψηφία. Οι τιμές της αβεβαιότητας αναφέρονται στην φυσική διαφοροποίηση, εκτός από την ισοτοπική σύνθεση και την χαρακτηρισμένη ως πρότυπη ατομική μάζα από την IUPAC, που αυξάνουν τις αβεβαιότητες.

## Προέλευση και παραγωγή

Σκάνδιο Το σκάνδιο δεν είναι ιδιαίτερα σπάνιο στο <u>γήινο φλοιό</u>. Εκτιμάται ότι η μέση συγκέντρωσή του είναι μεταξύ 18 και 25 <u>ppm</u>, συγκρίσιμη π.χ. με την του <u>κοβαλτίου</u> (Co) (20-30 ppm). Ωστόσο, το σκάνδιο κατανέμεται άνισα και συχνά περιέχεται σε ίχνη σε πολλά <u>ορυκτά</u>.. Σπάνια ορυκτά από τη Σκανδιναβία και τη <u>Μαδαγασκάρη</u>, όπως κάποια ειδικά ορυκτά <u>θορτβεϊτίτη</u>, <u>ευξενίτη</u> και <u>γαδολινίτη</u> είναι τα μόνα γνωστά κοιτάσματα συγκεντρωμένης ποσότητας του στοιχείου. Ο θορτβεϊτίτης π.χ. μπορεί να περιέχει μέχρι και 45% οξείδιο του σκανδίου (Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Το σκάνδιο είναι πιο άφθονο στον <u>Ήλιο</u> και σε πολλά άλλα <u>άστρα</u>, σε σχέση με τη Γη. Είναι μόλις το 50<sup>6</sup> στοιχείο σε αφθονία στη Γη (35<sup>0</sup> ειδικά στο <u>φλοιό</u> της), αλλά είναι το 23<sup>0</sup> στον Ήλιο..

Η παγκόσμια παραγωγή σκανδίου είναι της τάξης των 2 <u>τόνων</u> το χρόνο, με τη μορφή του <u>οξειδίου του σκανδίου</u>. Η κύρια παραγωγή είναι 400 kg, ενώ το υπόλοιπο προέρχεται από τα αποθέματα της Ρωσίας που δημιουργήθηκαν κατά τον Ψυχρό Πόλεμο. Το 2003 μόνο τρία ορυχεία παρήγαγαν σκάνδιο:

- 1. Το ορυχείο ουρανίου και σιδήρου στο Ζόβτι Βόντυ της Ουκρανίας.
- 2. Το ορυχείο σπανίων γαιών στο Μπαϋάν Όμπο της Κίνας.
- 3. Το ορυχείο απατίτη στη χερσόνησο Κόλα της Ρωσίας.

Σε κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις το σκάνδιο εξάγονταν ως παραπροϊόν άλλων στοιχείων και πωλούνταν ως οξείδιο του σκανδίου. Η παραγωγή μεταλλικού σκανδίου είναι της τάξης των 10 kg το χρόνο.. Το οξείδιο (Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) μετατρέπονταν σε φθοριούχο σκάνδιο (ScF<sub>3</sub>) και ανάγονταν σε μέταλλο (Sc) από μεταλλικό <u>ασβέστιο</u> (Ca):

Η Μαδαγασκάρη και η περιοχή <u>Τβελαντ Εβνζ</u> στη <u>Νορβηγία</u> είναι τα μόνα γνωστά ορυκτά κοιτάσματα <u>Θορτβεϊτίτη</u> (Y,Sc)<sub>2</sub>(Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) και <u>κολμπεκίτη</u> (ScPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) με υψηλή συγκέντρωση σε σκάνδιο, αλλά δεν είναι υπό εκμετάλλευση.. Άλλα κοιτάσματα σκανδίου περιλαμβάνουν τα ορυχεία <u>νικελίου</u> (Ni) και <u>κοβαλτίου</u> (Co) στο Σύερστον και Λίμνη Τννες στη Νέα Νότια Ουαλία (Αυστραλία), <u>σιδήρου</u> (Fe), <u>κασσιτέρου</u> (Sn) και κοιτάσματα βολφραμίου στην <u>Κίνα</u>, καθώς και σε κοιτάσματα <u>συρανίου</u> (U) στη Ρωσία και στο <u>Καζακστάν</u>. Ως το 2003, τουλάχιστον, κανένα από αυτά τα κοιτάσματα δεν ήταν υπό εκμετάλλευση ως προς το σκάνδιο, αλλά ίσως να υπήρχε, αν υπήρχε επαρκής ζήτηση. Δεν υπήρχε κύρια παραγωγή σκανδίου στην Αμερική, την Ευρώπη ή την Αυστραλία.

# Παραπομπές και σημειώσεις

## Πηγές

Sargent-Welch Scientific Company

# Εξωτερικοί σύνδεσμοι

- 🛮 💩 Πολυμέσα σχετικά με το θέμα Scandium στο Wikimedia Commons

Ανακτήθηκε από "https://el.wikipedia.org/w/index.php?title=Σκάνδιο&oldid=10876915"