2016

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"ΟΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ"

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ:
ΜΑΝΤΡΑΤΖΗ ΜΠΑΡΙΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΙΧΑΛΑΚΕΛΗΣ Χ.
ΜΕΛΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ: ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΥ Χ. – ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Γ.

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ



Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή 4

Κεφάλαιο 1 5

1.1 Ορισμός χημικού στοιχείου 5

1.2 Τα εξωτικά στοιχεία της σύγχρονης εποχής 7

1.3 Μεγάλη η ζήτηση, στο κόκκινο η προσφορά 9

1.4 Ανακύκλωση ως την ανεύρεση νέων πόρων 11

1.5 Αιτίες αύξησης της χρήσης τους 14

Κεφάλαιο 2 18

2.1 Γνωρίζοντας τα κρίσιμα τεχνολογικά χημικά στοιχεία 18

2.1.1 Λανθάνιο (La) 21

2.1.2 Δημήτριο (Ce) 24

2.1.3 Πρασεοδύμιο (Pr) 26

2.1.4 Νεοδύμιο (Nd) 29

2.1.5 Σαμάριο (Sm) 31

2.1.6 Ευρώπιο (Eu) 34

2.1.7 Προμήθειο (Pm) 36

2.1.8 Έρβιο (Er) 39

2.1.9 Ύττριο (Y) 41

2.1.10 Γαδολίνιο (Gd) 43

2.1.11 Τέρβιο (Tb) 45

2.1.12 Δυσπρόσιο (Dy) 47

2.1.13 Όλμιο (Ho) 50

2.1.14 Θούλιο (Tm) 52

2.1.15 Λουτήτιο (Lu) 54

2.1.16 Νιόβιο (Nb) 56

2.1.17 Ταντάλιο (Ta) 59

2.1.18 Γάλλιο (Ga) 62

2.1.19 Ίνδιο (In) 64

2.1.20 Γερμάνιο 67

2.1.21 Θάλλιο 69

2.1.22 Τελλούριο 71

2.1.23 Λευκόχρυσος (Pt) 74

2.1.24 Όσμιο (Os) 76

2.1.25 Ρουθήνιο (Ru) 79
2.1.26 Ρόδιο (Rh) 82
2.1.27 Παλλάδιο (Pd) 84
2.1.28 Ιρίδιο (Ir) 86
Κεφάλαιο 3 88
3.1 Η παγκόσμια σημασία των κρίσιμων στοιχείων 88
3.2 Οι άλλες αγορές 94
3.3 Η κατάσταση στην Ευρώπη 95
3.4 Ελληνικές πρωτοβουλίες έρευνας 97
Κεφάλαιο 4 111
4.1 Επιβάρυνση περιβάλλοντος 111
4.2 Η επίδραση στον άνθρωπο 114
4.3 Η επίδραση στα ζώα και στα φυτά 129
Συντομογραφίες 130
Ελληνικές Συντομογραφίες 130
Ξένες Συντομογραφίες 130
Βιβλιογραφία 131

Εισαγωγή

Από την αρχή του πολιτισμού, οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν πέτρες, και αργότερα μέταλλα, που έβρισκαν στο έδαφος ή λίγο κάτω από την επιφάνεια της γης. Το παλαιότερο ορυχείο που είναι γνωστό σήμερα στην επιστήμη βρίσκεται στο «Σπήλαιο του Λιονταριού», στη σημερινή Σουαζιλάνδη, στη νοτιότερη Αφρική, και χρονολογείται από την Παλαιολιθική Εποχή, πριν από περίπου 43.000 χρόνια. Από το ορυχείο αυτό εξορυσσόταν αιματίτης που χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή κόκκινης ώχρας. Άλλο ορυχείο περίπου της ίδιας εποχής έχει βρεθεί στην Ουγγαρία: πιστεύεται ότι εκεί άνθρωποι του Νεάντερταλ εξόρυσσαν πυρόλιθο για κατασκευή εργαλείων και όπλων.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, ο αριθμός των ορυκτών και μεταλλευμάτων που χρησιμοποιούνταν διευρύνθηκε σημαντικά. Η Βιομηχανική Επανάσταση δημιούργησε εντελώς νέες συνθήκες σε ό,τι αφορά τόσο τη διαδικασία εξόρυξης όσο και την εκμετάλλευση ορυκτών και μεταλλευμάτων.

Σήμερα λίγοι συνειδητοποιούν πόσο απαραίτητα είναι τα ορυκτά για τη διατήρηση και τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής μας και πόσο αλληλένδετη είναι η καθημερινότητά μας με τη χρήση τους : υπολογίζεται ότι ο μέσος άνθρωπος χρησιμοποιεί στη διάρκεια της ζωής του περί τους 400 τόνους ορυκτών στο σπίτι, στο γραφείο, στην καρέκλα που καθόμαστε αυτή τη στιγμή, στο αυτοκίνητο, στις τηλεοράσεις, στα φάρμακα και στα καλλυντικά, ακόμα και στην οδοντόκρεμα που βουρτσίσαμε τα δόντια μας σήμερα το πρωί.

Η χρήση των ορυκτών υλών είναι απαραίτητη σήμερα για την παραγωγή ενέργειας, τις βιομηχανίες φαρμάκων και διατροφής, τα μέσα μεταφοράς, τη νοσηλευτική, τα έντυπα και ηλεκτρονικά μέσα ενημέρωσης, τις τεχνικές κατασκευές και γενικά ό,τι κάνει τη ζωή μας πιο άνετη. Υπάρχουν μέταλλα και ορυκτά τα οποία βρίσκουν εφαρμογές στην αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προβλημάτων ή συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας των καλλιεργήσιμων εδαφών ή της ζωικής παραγωγής. Από την άλλη όμως και ανάλογα με τη χρήση τους μπορεί να αποτελούν και μια απειλή.

Εξίσου σημαντική είναι και η συμμετοχή της δραστηριότητας αυτής στην οικονομική ζωή των χωρών: το 70% της ευρωπαϊκής κατασκευαστικής βιομηχανίας εξαρτάται από τις ορυκτές πρώτες ύλες - μεταλλεύματα, βιομηχανικά και λατομικά ορυκτά. Εξάλλου μέσα σε αυτά κρύβονται πολύ κρίσιμα χημικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή υψηλών τεχνολογιών.

Κεφάλαιο 1

1.1 Ορισμός χημικού στοιχείου

Χημικό στοιχείο, συχνά αποκαλούμενο απλά στοιχείο, είναι χημική ουσία που αποτελείται από ένα τύπο ατόμων, που διακρίνεται από το (χαρακτηριστικό) ατομικό αριθμό του, που ισούται με τον αριθμό των πρωτονίων στον ατομικό πυρήνα του. Τα χημικά στοιχεία διακρίνονται σε μέταλλα, μεταλλοειδή και αμέταλλα. Τα πιο γνωστά παραδείγματα χημικών στοιχείων είναι ο άνθρακας, το υδρογόνο, το οξυγόνο (αμέταλλα), το πυρίτιο, το αρσενικό (μεταλλοειδή), το αλουμίνιο, ο σίδηρος, ο χαλκός, ο χρυσός, ο υδράργυρος και ο μόλυβδος (μέταλλα).

Τα ελαφρύτερα χημικά στοιχεία, που περιλαμβάνουν το υδρογόνο, το ήλιο, και σε μικρότερες ποσότητες, το λίθιο, το βηρύλλιο και το βόριο, θεωρείται ότι έχουν παραχθεί με διάφορες κοσμικές διεργασίες κατά τη διάρκεια της Μεγάλης Έκρηξης και το βομβαρδισμό με κοσμικές ακτίνες. Η παραγωγή των βαρύτερων χημικών στοιχείων, από τον άνθρακα ως τα πολύ βαρύτερα χημικά στοιχεία, παράχθηκαν με αστρική πυρηνοσύνθεση, και έγιναν διαθέσιμα για τα μεταγενέστερα ηλιακά συστήματα και το σχηματισμό των πλανητών με πλανητικά νεφελώματα και υπερκαινοφανείς αστέρες, που εκτοξεύουν τέτοια χημικά στοιχεία στο διάστημα [1]. Η υψηλή αφθονία του οξυγόνου, του πυριτίου και του σιδήρου στη Γη αντανακλά τη συνηθισμένη παραγωγή τους σε τέτοια άστρα. Ενώ τα περισσότερα χημικά στοιχεία είναι γενικά «σταθερά», μια μικρή ποσότητα φυσικής μετατροπής του ενός χημικού στοιχείου σε ένα άλλο επίσης συμβαίνει με τη διάσπαση των ραδιενεργών χημικών στοιχείων, καθώς επίσης και με άλλες πυρηνικές διεργασίες που συμβαίνουν στη φύση.

Η ιστορία της ανακάλυψης και της χρήσης των χημικών στοιχείων άρχισε μαζί με τις πρωτόγονες ανθρώπινες κοινωνίες που έβρισκαν κάποια φυσικά χημικά στοιχεία που υπάρχουν στη φύση, όπως ο χαλκός, ο χρυσός και ο συντηγμένος σίδηρος και λίγα άλλα μέταλλα από τα ορυκτά τους. Αρχικά οι αλχημιστές και οι χημικοί, μεταγενέστερα, ταυτοποίησαν πολλά περισσότερα, με σχεδόν όλα τα φυσικά υπάρχοντα χημικά στοιχεία να είναι ήδη γνωστά μέχρι 1900. Οι ιδιότητες των χημικών στοιχείων συχνά συνοψίστηκαν με τη σταδιακή ανάπτυξη του περιοδικού πίνακα των χημικών στοιχείων, που οργανώνει τα χημικά στοιχεία κατά αύξοντα ατομικό αριθμό σε περιόδους και ομάδες που μοιράζονται ορισμένες «περιοδικές» φυσικές και χημικές ιδιότητες. Με εξαίρεση κάποια ασταθή και βραχύβια ραδιενεργά χημικά στοιχεία, όλα τα υπόλοιπα χημικά στοιχεία είναι (πλέον) διαθέσιμα βιομηχανικά, τα περισσότερα σε υψηλούς βαθμούς καθαρότητας.

Το υδρογόνο και το ήλιο είναι ασυζητητί τα πιο άφθονα χημικά στοιχεία στο σύμπαν. Ωστόσο, ο σίδηρος είναι το πιο άφθονο χημικό στοιχείο (κατά μάζα) στη Γη, ενώ το οξυγόνο είναι το πιο άφθονο χημικό στοιχείο στο γήινο φλοιό [2]. Παρόλο που όλες οι γνωστές χημικές ουσίες αποτελούνται από αυτά τα χημικά στοιχεία, η ίδια η ύλη

υποτίθεται ότι αποτελεί μόλις το 15% της συνολικής ποσότητας μάζας του σύμπαντος. Το υπόλοιπο πιστεύεται ότι αποτελείται από σκοτεινή ύλη, ένα εύρος ουσιών με σύνθεση σε μεγάλο βαθμό άγνωστη και μη αποτελούμενη από χημικά στοιχεία (τουλάχιστον όπως τα ξέρουμε και τα ορίζουμε ως τώρα), εφόσον δεν περιέχουν πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια [3]. Η σκοτεινή ύλη μπορεί επίσης να περιλαμβάνει κανονική βαρυονική μάζα και νετρίνα.

Όταν δύο ή περισσότερα διακριτά χημικά στοιχεία ενώνονται χημικά, με τα άτομά τους να συγκρατούνται μαζί με χημικούς δεσμούς, το αποτέλεσμα είναι μια χημική ένωση. Τα 2/3 των χημικών στοιχείων που βρίσκονται με φυσικό τρόπο στη Γη, μπορούν να βρεθούν στη φύση μόνο με τη μορφή χημικών ενώσεών τους, αλλά και στο υπόλοιπο 1/3, συνήθως είναι πιο συνηθισμένο να βρεθούν και πάλι με τη μορφή χημικών ενώσεών τους. Οι χημικές ενώσεις αποτελούνται από χημικά στοιχεία που συνδυάζονται μόνο σε αναλογίες φυσικών αριθμών, όπως στο νερό, στο μαγειρικό αλάτι και σε ορυκτά, όπως ο χαλαζίας και ο ασβεστίτης. Αυτό επιτρέπει την εξαγωγή χημικών τύπων που αντιπροσωπεύουν αυτές τις χημικές ενώσεις. Ωστόσο, οι χημικοί δεσμοί ανάμεσα σε πολλούς τύπους χημικών στοιχείων έχουν ως αποτέλεσμα σε ορισμένα κρυσταλλικά στερεά και σε ορισμένα μεταλλικά κράματα, οι αναλογίες ατόμων τους να μη δίνουν συγκεκριμένους χημικούς τύπους. Σχετικά καθαρά δείγματα ελεύθερων χημικών στοιχείων είναι ασυνήθιστα στη φύση. Σχετικά καθαρά δείγματα απομονωμένων στοιχείων είναι ασυνήθιστα στη φύση. Ενώ όλα τα 94 φυσικά υπάρχοντα χημικά στοιχεία έχουν ταυτοποιηθεί σε δείγματα ορυκτών προερχόμενα από το γήινο φλοιό, μόνο μια μικρή μειοψηφία των χημικών στοιχείων είναι αναγνωρίσιμα, ως σχετικά καθαρά χημικά στοιχεία. Ανάμεσα στα πιο συνηθισμένα από αυτά τα «εγγενή στοιχεία» είναι ο χαλκός, ο άργυρος, ο χρυσός, ο άνθρακας (σε τρεις αλλομορφές: γαιάνθρακας, γραφίτης και διαμάντι), το θείο και ο υδράργυρος. Όλα αυτά, εκτός από λίγα από τα πιο αδρανή χημικά στοιχεία, όπως τα ευγενή αέρια και μερικά από τα ευγενή μέταλλα, συνήθως βρίσκονται στη Γη στη μορφή χημικών ενώσεών τους. Ενώ περίπου 32 από τα χημικά στοιχεία υπάρχουν στη Γη σε μορφή (ελεύθερου) χημικού στοιχείου, τα περισσότερα από αυτά βρίσκονται σε μίγματα. Για παράδειγμα, ο ατμοσφαιρικός αέρας (της Γης) αποτελείται κυρίως από ένα μείγμα αζώτου, οξυγόνου και αργού, και τα εγγενή στερεά στοιχεία βρίσκονται σε κράματα, όπως ο σίδηρος με το νικέλιο.

Επί του παρόντος 118 χημικά στοιχεία έχουν ταυτοποιηθεί [4]. Από αυτά τα 118 γνωστά χημικά στοιχεία, μόνο τα πρώτα 94 είναι γνωστό ότι έχουν βρεθεί με φυσικό τρόπο στη Γη. Επίσης, μόνο τα 80 από αυτά είναι σταθερά, ενώ τα άλλα είναι ραδιενεργά, διασπώμενα σε ελαφρύτερα χημικά στοιχεία, με διάφορες ημιζωές, που κυμαίνονται από κλάσματα του δευτερολέπτου ως και δισεκατομμύρια έτη. Τα 24 βαρύτερα χημικά στοιχεία που δεν έχουν βρεθεί με φυσικό τρόπο στη Γη, ταυτοποιήθηκαν αφού παράχθηκαν τεχνητά ως συνθετικά προϊόντα με ανθρωπογενείς πυρηνικές αντιδράσεις.

Ο Αριστοτέλης περίπου 2.000 χρόνια πριν, πίστευε ότι τα σώματα του Σύμπαντος σχηματίζονται από τέσσερα στοιχεία: τη γη, την φωτιά τον αέρα και το νερό. Μόλις τον 17ο αιώνα, οι άνθρωποι άρχισαν να συνειδητοποιούν την πραγματική φύση των στοιχείων. Σήμερα οι επιστήμονες συνεχίζουν να ψάχνουν για νέα στοιχεία, παρασκευάζοντας τα τεχνητά σε πολύ μικρές ποσότητες. Μερικοί επιστήμονες χημικοί όπως η Μαρία Κιουρί (πολώνιο, ράδιο), ο Αντουάν Λαβουαζιέ (ονόμασε τα στοιχεία) , Ρόμπερτ Μπόιλ (διατύπωσε τον νόμο των αερίων), ο Ντιμίτρι Μεντελέγιεφ (μεντελέβιο, περιοδικός πίνακας), Γιανς Μπερτσέλιους (θόριο, σελήνιο, πυρίτιο και συμβολισμός στοιχείων), Καρλ Σιελ (οξυγόνο, χλώριο κ.α.) Χένρι Καβέντις (υδρογόνο) παρασκεύασαν, ανακάλυψαν και απομονώσαν στοιχεία από το περιβάλλον.

Μοιάζει απίστευτο και όμως είναι αληθινό: Το καθετί που βλέπουμε γύρω μας είναι φτιαγμένο από ένα ή περισσότερα χημικά στοιχεία! Ο Λαβουαζιέ υπήρξε ο πρώτος που καθιέρωσε έναν πειραματικά χρήσιμο ορισμό για τα στοιχεία: Στοιχείο είναι μια ουσία η οποία δεν μπορεί να διασπαστεί μέσω οποιασδήποτε χημικής αντίδρασης σε απλούστερες ουσίες. Στην αρχαιότητα ήταν γνωστά μόνο 10 στοιχεία. Σήμερα είναι γνωστά 116, από τα οποία τα 90 απαντώνται στη φύση, ενώ τα υπόλοιπα 26 είναι τεχνητά. Η ταυτότητα καθενός στοιχείου σκιαγραφείται ξεχωριστά, με έναν μοναδικό τρόπο, ενώ τα μυστικά της ύλης αποκαλύπτονται μέσα από την ίδια τη σύστασή της.

Όσον αφορά την δημιουργία των στοιχείων, ένα ισχυρότατο επιχείρημα υπέρ της θεωρίας της μεγάλης έκρηξης είναι ότι προβλέπει, ότι μετά τα 3 πρώτα λεπτά της δημιουργίας του Σύμπαντος, το ποσοστό υδρογόνου-ηλίου είναι περίπου αυτό που παρατηρείται και σήμερα στο Συμπάν, δηλαδή αναλογία υδρογόνου-ηλίου 3:1. Για τα βαριά στοιχεία προβλέπει πως δημιουργούνται στο εσωτερικό των αστέρων. Ακριβή στοιχεία μας δείχνουν πως στα αστέρια η αναλογία σήμερα είναι 70% υδρογόνο (H), 28% ήλιο (He), ενώ τα υπόλοιπα στοιχεία (οξυγόνο, άζωτο, άνθρακας, νέο, μαγνήσιο, πυρίτιο, θείο, σίδηρος, νικέλιο, αργό, χλώριο) δεν ξεπερνούν το 2% της συνολικής μάζας των αστέρων του πληθυσμού I (των νεότερων αστεριών όπως ο ήλιος), και το 0.1% της μάζας των αστέρων του πληθυσμού II (παλαιοτέρων αστέρων).

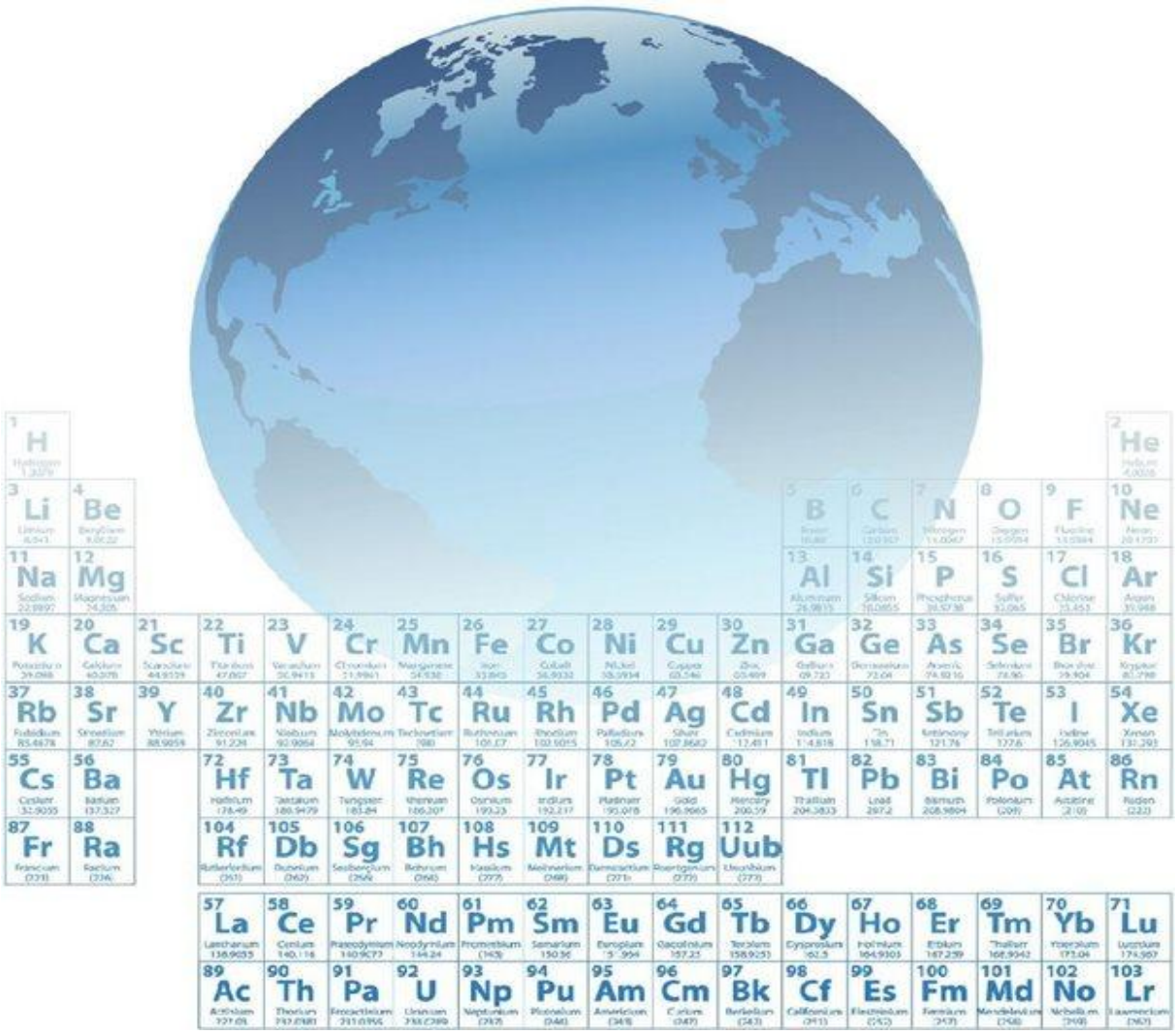
1.2 Τα εξωτικά στοιχεία της σύγχρονης εποχής

Βρίσκονται στα βαθιά υπόγεια του περιοδικού πίνακα, πάνω τους όμως στηρίζονται οι νέες εξελίξεις. Καθώς ανάβουμε το φως του γραφείου μας μια απόκοσμη λάμψη φωτίζει την ταμπλέτα μας που είναι αφημένη στην επιφάνειά του. Την ξεκλειδώνουμε και γλιστράμε το δάχτυλό μας στην κατασκευασμένη με ίνδιο οθόνη αφής της. Μέσα σε δευτερόλεπτα παλμοί πληροφοριών χοροπηδούν στις στρωμένες με έρβιο λεωφόρους του Internet. Όταν θέλουμε να ακούσουμε λίγη μουσική, οι αγαπημένοι μας καλλιτέχνες αναδύονται μέσα από τους μαγνήτες νεοδυμίου των ακουστικών μας [5].

Για πολλούς από εμάς η σκηνή αυτή αποτελεί μια δεδομένη καθημερινότητα. Σπανίως «βγαίνουμε» από αυτήν για να σκεφθούμε πόση πρόοδο έχουν σημειώσει τα υλικά που υποστηρίζουν την υλική μας εξέλιξη. Παρ' όλα αυτά, όλα σχεδόν τα προσωπικά μας

γκάτζετ και οι τεχνολογικές καινοτομίες έχουν κάτι κοινό: βασίζονται σε κάποια άγνωστα σε εμάς υλικά βγαλμένα από τα βαθιά υπόγεια του περιοδικού πίνακα. Ακόμη όμως και αν δεν έχουμε ακούσει ποτέ το όνομα στοιχείων όπως το άφνιο, το έρβιο ή το ταντάλιο, το πιθανότερο είναι ότι τα περισσότερα από αυτά βρίσκονται κάπου γύρω μας.

Σύντομα πάντως μπορεί να αρχίσουμε να ακούμε περισσότερο αυτά τα ονόματα. Η ζήτηση για πολλά από αυτά τα άγνωστα ως τώρα στοιχεία αυξάνεται θεαματικά, τόσο ώστε σε λίγο αναμένεται να ξεπεράσει την προσφορά των αποθεμάτων τους. Αυτό οφείλεται σε έναν βαθμό στην ακόρεστη δίψα μας για τα μηχανήματα της τελευταίας λέξης της τεχνολογίας αλλά και στην επανάσταση της πράσινης ενέργειας. Και αν τόσα ακουστικά ή σκληροί δίσκοι υπολογιστών εξαρτώνται από τις μαγνητικές ιδιότητες του νεοδυμίου ή του δυσπροσίου, μια ανεμογεννήτρια ή ένας ηλεκτροκινητήρας απαιτεί ακόμη μεγαλύτερη ποσότητά τους. Αντίστοιχα οι ίδιες ιδιότητες που κάνουν το ίνδιο απαραίτητο για κάθε οθόνη αφής το καθιστούν ιδανικό για την επόμενη γενιά φωτοβολταϊκών.



1.3 Μεγάλη η ζήτηση, στο κόκκινο η προσφορά

Τα ορυκτά είναι απαραίτητα για την οικονομική ανάπτυξη και τη διατήρηση και βελτίωση του επιπέδου διαβίωσης των ανθρώπων. Για όλες τις ορυκτές ύλες παρατηρείται ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης. Αυτό κρίνεται σαν ένα αποτέλεσμα της αύξησης του πληθυσμού της γης, της ανόδου του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων των υπανάπτυκτων χωρών, της καταναλωτικής μανίας που χαρακτηρίζει κοινωνίες των αναπτυγμένων χωρών και της τεχνολογικής εξέλιξης.

Από υπολογισμούς των Ηνωμένων Εθνών [6] κατά το διάστημα 2010-2040 ο πληθυσμός της γης θα αυξηθεί κατά 14%, από 6,9 σε 9,0 δισεκατομμύρια. Το ίδιο χρονικό διάστημα το μέσο κατά κεφαλήν εισόδημα εκτιμάται ότι θα αυξηθεί από US$ 10.000 σε 26.000, δηλαδή θα σημειώσει αύξηση κατά 160%. Είναι αξιοσημείωτο ότι η σχέση αύξησης της ζήτησης των επιμέρους ορυκτών υλών δεν είναι ίδια για όλο τον κόσμο. Σε οικονομικά υπανάπτυκτες περιοχές η ζήτηση για μέταλλα που είναι απαραίτητα για τη βελτίωση των υποδομών, όπως ο σίδηρος και ο χαλκός που είναι αναγκαία σε κατασκευές και επέκταση χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας, είναι πολύ μεγαλύτερη από ό,τι για μέταλλα που έχουν μεγάλη κατανάλωση σε πλούσιες κοινωνίες (π.χ. διοξείδιο τιτανίου για χρωστικές, βορικά άλατα για παραγωγή υάλινων αντικειμένων, χρυσός για κοσμήματα, πολύτιμοι λίθοι).

Με την πάροδο των αιώνων και την εξέλιξη της υψηλής τεχνολογίας δημιουργούνται ανάγκες για εντατική χρήση ορισμένων στοιχείων σε νέες εφαρμογές. Αυτό είναι αποτέλεσμα κυρίως της ραγδαίας αύξησης της παγκόσμιας κατανάλωσης φθηνών ηλεκτρονικών συσκευών (π.χ. κινητά τηλέφωνα, tablets, ηλεκτρονικοί υπολογιστές, σύγχρονα ιατρικά διαγνωστικά μηχανήματα, συστήματα ηλεκτρονικής πλοήγησης), της παραγωγής καθαρής ενέργειας (παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές, την προστασία του περιβάλλοντος (π.χ. υβριδικά αυτοκίνητα, καταλύτες) και τις εξελίξεις στο χώρο των στρατιωτικών τεχνολογιών. Έτσι ο χάρτης της παγκόσμιας παραγωγής και ζήτησης ορυκτών έχει αλλάξει, αφού ορισμένες χώρες φαίνεται να είναι κοιτασματολογικά ευνοημένες και να διαθέτουν μεγάλα κοιτάσματα ορυκτών, από τα οποία παράγονται αυτά τα στοιχεία σε βαθμό που να εξελίσσονται σε μονοπώλια. Αυτό είναι ένα σοβαρό πρόβλημα για τη βιομηχανία παραγωγής των τελικών προϊόντων, αφού η τροφοδοσία της με τα απαραίτητα ορυκτά και μέταλλα μπορεί να εξαρτάται από την ποσότητα και τις τιμές που ο μονοπωλιακός χαρακτήρας παραγωγής και εμπορίας δημιουργεί.

Τα ορυκτά και μέταλλα, τα οποία κρίνεται ότι είναι απαραίτητα για τις παραπάνω εφαρμογές και δεν διατίθενται στην αγορά από πολλούς παραγωγούς σε όση ποσότητα είναι αναγκαία, ονομάζονται «κρίσιμα». Τα ορυκτά και μέταλλα αυτής της κατηγορίας δεν εμφανίζουν όλα τον ίδιο βαθμό «κρισιμότητας», αφού αυτό είναι συνάρτηση γεωλογικών παραγόντων, εξέλιξης της τεχνολογίας παραγωγής και χρήσης, περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την παραγωγή και κατανάλωση, την ανακάλυψη υποκατάστατων κλπ. Επίσης η «κρισιμότητα» δεν είναι ίδια για όλα τα ορυκτά και

μέταλλα και για όλους τους χρήστες. Σαν παράδειγμα να αναφερθεί ότι για τη βιομηχανία παραγωγής υβριδικών αυτοκινήτων ο χρυσός δεν είναι κρίσιμο μέταλλο, ενώ το νεοδύμιο είναι.

Αρκετές χώρες έχουν εκτιμήσει τις ανάγκες της βιομηχανίας τους σε σχέση με την παραγωγή τελικών προϊόντων και την εξασφάλιση των πρώτων υλών και έχουν συντάξει καταλόγους ορυκτών και μετάλλων με βάση τον βαθμό κρισιμότητάς τους. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αξιολόγησε 54 ορυκτά και μέταλλα το 2013 ως προς την κρισιμότητά τους για την Ευρώπη. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι 20 από τα 54 που εξετάσθηκαν ως υποψήφια είναι κρίσιμα.

Όλα αυτά σημαίνουν ότι οδεύουμε προς μια κρίση. Στην έκθεσή του περί της Στρατηγικής των Κρίσιμων Υλικών που δημοσιεύτηκε τον Δεκέμβριο του 2010 το αμερικανικό υπουργείο Ενέργειας αξιολόγησε 14 στοιχεία ως ιδιαίτερης σημασίας για τις τεχνολογίες καθαρής ενέργειας. Εντόπισε ότι έξι από αυτά αντιμετωπίζουν «κρίσιμο» κίνδυνο διακοπής της προσφοράς τους μέσα στα επόμενα χρόνια: πρόκειται για το ίνδιο και πέντε «σπάνιες γαίες», το ευρώπιο, το νεοδύμιο, το τέρβιο, το ύττριο και το δυσπρόσιο. Τρία ακόμη - το δημήτριο, το λανθάνιο και το τελλούριο - τα χαρακτήρισε σε «σχεδόν κρίσιμη» κατάσταση.

Το πρόβλημα δεν είναι ότι αυτά τα στοιχεία δεν υπάρχουν. Αντιθέτως, συνιστούν αρκετά τμήματα ανά δισεκατομμυριοστό του φλοιού της Γης. «Δεν ξέρουμε όμως πού ακριβώς βρίσκονται» λέει ο Μάρεϊ Χίτζμαν**,** οικονομικός γεωλόγος της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων του Κολοράντο στο Γκόλντεν. Παραδοσιακά τα στοιχεία αυτά απλώς δεν είχαν ιδιαίτερη αξία για μας. Τα αποθέματα υλικών του είδους συχνά απομονώνονται ως υποπροϊόντα της εξόρυξης υλικών που χρησιμοποιούνται ήδη σε τεράστιες ποσότητες, όπως το αλουμίνιο, ο ψευδάργυρος και ο χαλκός. Η εξόρυξη χαλκού, π.χ., μας έχει δώσει υπεραρκετό τελλούριο, ένα βασικό συστατικό των φωτοβολταϊκών, ώστε να καλύψουμε τις παρούσες ανάγκες μας - καθιστώντας το φθηνό με τεχνητό τρόπο.

«Αυτοί που ασχολούνται με αυτές τις νέες τεχνολογίες βλέπουν την τιμή, ας πούμε, του τελλουρίου και λένε "ωραία δεν είναι και τόσο ακριβό, οπότε πού είναι το πρόβλημα;"» λέει ο Ρόμπερτ Τζάφι**,** φυσικός του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης. Ο κ. Τζάφι ήταν πρόεδρος μιας κοινής επιτροπής της Αμερικανικής Φυσικής Εταιρείας και της Εταιρείας Έρευνας Υλικών για τα «Κρίσιμα για την ενέργεια στοιχεία» η οποία έδωσε την έκθεσή της τον περασμένο Φεβρουάριο. Το πρόβλημα, όπως ξεκαθαρίζει η έκθεση, είναι ότι τα οικονομικά αλλάζουν ριζικά όταν η ζήτηση για τα υλικά αυτά ξεπερνά την προσφορά που υπάρχει έστω και ελάχιστα. «Τότε ξαφνικά αναγκάζεται κανείς να σκεφθεί την άμεση εξόρυξη αυτών των στοιχείων ως κύριων μεταλλευμάτων» λέει. Αυτό ανεβάζει δραματικά το κόστος - αν υποθέσουμε ότι ξέρουμε πού να σκάψουμε.

Η τιμή ενός στοιχείου δεν είναι το μόνο πρόβλημα. Η ομάδα των σπάνιων γαιών, στην οποία ανήκουν πολλά από τα τεχνολογικά πλέον κρίσιμα στοιχεία, βρίσκεται εν γένει μαζί με άλλα υλικά σε μεταλλεύματα τα οποία περιλαμβάνουν επίσης μικρές ποσότητες ραδιενεργών στοιχείων όπως το θόριο και το ουράνιο. Το 1998 η χημική επεξεργασία αυτών των μεταλλευμάτων σταμάτησε στο μοναδικό μεταλλείο σπάνιων γαιών που υπάρχει στις ΗΠΑ, στο Μάουντεν Πας της Καλιφόρνιας, εξαιτίας περιβαλλοντικών ανησυχιών σχετικά με αυτά τα ραδιενεργά ρυπογόνα. Το μεταλλείο αναμένεται να ανοίξει ξανά με βελτιωμένα μέτρα ασφαλείας ως το τέλος του χρόνου, ως τότε όμως ο κόσμος βασίζεται στην Κίνα για όλες σχεδόν τις προμήθειες σπάνιων γαιών. Από το 2005 η Κίνα έθετε όλο και αυστηρότερα όρια στις εξαγωγές προβάλλοντας ως δικαιολογία την αυξημένη ζήτηση από τις δικές της ανθηρές κατασκευαστικές βιομηχανίες [7].

Αυτό σημαίνει ότι οι πολιτικοί που ελπίζουν να απαλλάξουν τη Δύση από την καταστρεπτική της εξάρτηση από το πετρέλαιο θα βρεθούν μπροστά σε μια δυσάρεστη έκπληξη: οι νέες και πιο πράσινες τεχνολογίες κάθε άλλο παρά αποτελούν τη συνταγή για την αυτάρκεια. «Δεν υπάρχει χώρα που να έχει αρκετά αποθέματα από όλα αυτά τα ορυκτά ώστε να "κλείσει" τις συναλλαγές της με τον υπόλοιπο κόσμο» λέει ο κ. Τζάφι.

1.4 Ανακύκλωση ως την ανεύρεση νέων πόρων

Τι μπορούμε να κάνουμε λοιπόν; Το να βρούμε ευκολότερα διαθέσιμα υλικά που να έχουν τις ίδιες «μαγικές» τεχνολογικές επιδόσεις είναι μάλλον απίθανο, λέει ο Καρλ Γκεσνάιντερ, μεταλλειολόγος στο Εργαστήριο Εϊμς του αμερικανικού υπουργείου Ενέργειας στην Αϊοβα. Το ευρώπιο χρησιμοποιείτο για να παράγει κόκκινο φως στις τηλεοράσεις εδώ και σχεδόν 50 χρόνια, λέει, ενώ οι μαγνήτες νεοδυμίου κυκλοφορούν εδώ και 25 χρόνια. «Από την πρώτη μέρα οι άνθρωποι ψάχνουν τρόπο να αντικαταστήσουν αυτά τα υλικά αλλά κανείς δεν το έχει πετύχει ακόμη» εξηγεί.

Άλλοι αντλούν αισιοδοξία από την επιτυχημένη ιστορία του ρηνίου. Το ρήνιο είναι μάλλον ένα από τα σπανιότερα στοιχεία στη φύση, με παρουσία μόλις 0,7 τμημάτων ανά δισεκατομμύριο στον φλοιό της Γης. Πριν από δέκα χρόνια ήταν ένα από τα κρίσιμα συστατικά των ανθεκτικών στη θερμότητα υπερκραμάτων που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή αεριοστρόβιλων κινητήρων για τα αεροπλάνα και τις βιομηχανικές ηλεκτρογεννήτριες. Το 2006 ο κύριος κατασκευαστής, η General Electric, διέβλεψε ότι θα ερχόταν η κρίση και ξεκίνησε ταυτόχρονα ένα σχέδιο ανακύκλωσης για να ανασύρει το στοιχείο από παλιές τουρμπίνες, καθώς και ένα ερευνητικό πρόγραμμα το οποίο ανέπτυξε υπερκράματα με μικρότερη ή και καμία περιεκτικότητα σε ρήνιο.

Το να μην πετάμε πλέον αυτά τα υλικά είναι ένας προφανής τρόπος για να ενισχύσουμε την προμήθειά τους. «Το τελλούριο θα έπρεπε να θεωρείται πολυτιμότερο από τον χρυσό - και είναι, είναι πιο σπάνιο» λέει ο κ. Τζάφι. Παρ' όλα αυτά, σε πολλές περιπτώσεις λιγότερο από το 1% αυτών των τεχνολογικά κρίσιμων υλικών καταλήγει να ανακυκλώνεται, σύμφωνα με την τελευταία έκθεση για την ανακύκλωση μετάλλων του

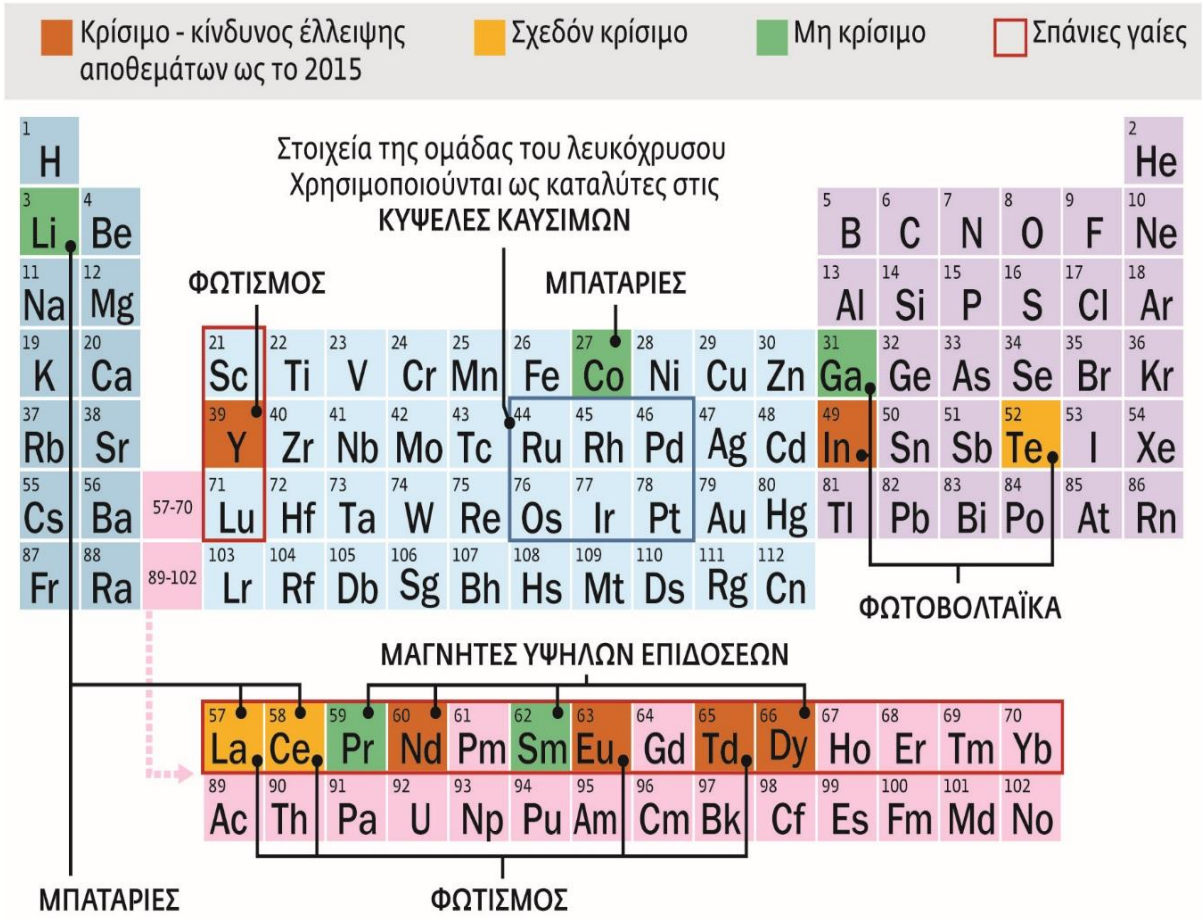
Περιβαλλοντικού Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών που δημοσιεύτηκε τον περασμένο Μάιο.

Ακόμη και αν βελτιώναμε δραματικά αυτή την επίδοση, κάποια βασική γεωλογική έρευνα για την ανεύρεση νέων πόρων αυτών των στοιχείων είναι ζωτικής σημασίας - και χρειάζεται να γίνει γρήγορα. Οι τεχνικοί προβληματισμοί και η λήψη των απαραίτητων περιβαλλοντικών και κοινωνικών μέτρων ασφαλείας σημαίνουν ότι μπορεί να χρειαστούν 15 χρόνια μετά την αρχική ανακάλυψη ενός αποθέματος του μεταλλεύματος στον ανεπτυγμένο κόσμο ως τη στιγμή της εμπορικής του εκμετάλλευσης, λέει ο κ. Χίτζμαν.

Το ρήνιο και πάλι δείχνει πόσο γρήγορα η κατάσταση μπορεί να αλλάξει. Το 2009 μεταλλωρύχοι σε ένα ορυχείο χαλκού στο Κλονκέρι του Κουίνσλαντ της Αυστραλίας ανακάλυψαν ένα τεράστιο, υψηλού βαθμού κοίτασμα ρηνίου που δεν έμοιαζε με κανένα από όσα ήταν γνωστά ως τότε. «Θα μπορούσε να κορέσει την παγκόσμια αγορά ρηνίου για σεβαστό αριθμό ετών - και ανακαλύφθηκε τυχαία» λέει ο κ. Χίτζμαν.

Καθαρό πράσινο μέλλον;

Το 2010 το αμερικανικό υπουργείο Ενέργειας αξιολόγησε τον κίνδυνο της βραχυπρόθεσμης έλλειψης αποθεμάτων για 14 στοιχεία που θεωρούνται κρίσιμα για το μέλλον της πράσινης τεχνολογίας.



Είναι ρεαλιστική όμως η ανακύκλωση σπάνιων μετάλλων;

Οι «Σπάνιες Γαίες» διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη σύγχρονη τεχνολογία. Η Ε.Ε. εξαρτά από αυτά τα μέταλλα την μετάβαση στη βιώσιμη παραγωγή και στις οικολογικές τεχνολογίες. Από το iPad μέχρι τα υβριδικά αυτοκίνητα και τα κινητά τηλέφωνα, σχεδόν κάθε σύγχρονο τεχνολογικό θαύμα απαιτεί υλικά από τις λεγόμενες «σπάνιες γαίες»**.**

Πόσο ρεαλιστική είναι η ανακύκλωσή τους;

Η Ε.Ε. καλεί με πρόσφατη οδηγία της τις χώρες-μέλη να σταματήσουν τις εξαγωγές των ηλεκτρονικών σκουπιδιών τους για να κερδίσουν πολύτιμα μέταλλα όπως π.χ. χρυσό, πλατίνα, χαλκό.

Όμως σημαντικότερα από όλα αυτά τα μέταλλα είναι οι Σπάνιες Γαίες ή λανθανίδες, 17 μαλακά μέταλλα που αποτελούν την πρώτη ύλη στις εφαρμογές της υψηλής τεχνολογίας. Με απλά λόγια: τα μέταλλα αυτά χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ηλεκτρονικών υπολογιστών, συσκευές λέιζερ, κυψέλες καυσίμων, εξαρτήματα υβριδικών αυτοκινήτων, καταλύτες, οθόνες τηλεόρασης, τα κινητά τηλέφωνα, για σύγχρονα ιατρικά εξαρτήματα κλπ.

Από την άλλη η Κίνα είναι πρωταθλητής στην εξαγωγή και την απορρόφηση σπάνιων γαιών. Το 97% των σπάνιων γαιών εξορύσσεται στην Κίνα, η οποία είναι και ο μεγαλύτερος καταναλωτής (απορροφά το 60% της παγκόσμιας παραγωγής). Η κινεζική κυβέρνηση επιδίωκε μέχρι το 2015 την απαγόρευση ορισμένων σπάνιων μετάλλων όπως π.χ. το τέρβιο, το δυσπρόσιο, το θούλιο, το Λουτήτιο και το ύττριο, αλλά και τον περιορισμό των εξαγωγών όλων ανεξαιρέτως των σπάνιων γαιών με στόχο την προστασία της εθνικής της βιομηχανίας υψηλών τεχνολογιών αλλά και την αποτροπή αύξησης των τιμών.

Οι Γερμανοί ειδικοί υποστηρίζουν ότι προς το παρόν δεν ενδείκνυται η ανακύκλωση αυτών των σπάνιων μετάλλων διότι προσφέρονται στην αγορά σε πολύ χαμηλές τιμές.

Η Ντόρις Σύλερ από το Ινστιτούτο Οικολογίας του Πανεπιστημίου του Φράιμπουργκ εκτιμά ότι είναι «πολύπλοκη η χημική σύνθεση των σπάνιων γαιών, βρίσκονται πάντα αναμεμειγμένα μαζί με άλλα ορυκτά και μέταλλα και αυτό καθιστά δύσκολη την εξόρυξή τους, αλλά και ασύμφορη την κατασκευή εγκαταστάσεων ανακύκλωσή τους. Διότι απαιτούνται τεράστια κεφάλαια για την τεχνολογική υποδομή των εγκαταστάσεων και από την Ευρώπη λείπει η απαραίτητη τεχνογνωσία».

Η Ε.Ε. επίσης δεν έχει την τεχνογνωσία ανακύκλωσης σπάνιων μετάλλων. Σύμφωνα με την κ. Σύλερ στόχος για την Γερμανία, δηλαδή τα επιστημονικά ινστιτούτα, την κυβέρνηση και την οικονομία, πρέπει να είναι η σύσταση ενός ευρωπαϊκού κέντρου που θα αναπτύξει στρατηγικές πρόσβασης της Ε.Ε. στις σπάνιες γαίες, επιστημονικές μεθόδους ανακύκλωσής τους, αλλά και που θα διερευνήσει τις ρεαλιστικές προοπτικές ανακύκλωσής τους σε ευρωπαϊκό έδαφος.

Με αυτό συμφωνούν και ειδικοί από τον κλάδο της επεξεργασίας και ανακύκλωσης μετάλλων. Ο Μάρτιν Κνέερ, από τον ομώνυμο βιομηχανικό σύνδεσμο, διευκρινίζει: «Εάν επικεντρωθούμε όντως στην ανακύκλωση, τότε πρέπει να πούμε ξεκάθαρα ότι δεν είναι δυνατόν να καλύψουμε ούτε καν τις ανάγκες της βιομηχανίας μας, αλλά ούτε και της υψηλής τεχνολογίας. Δεν έχουμε καμία πιθανότητα.»

Τα οικολογικά ινστιτούτα υπολογίζουν ότι θα χρειαστούν 5 με 10 χρόνια μέχρι να δρομολογηθεί το ανάλογο νομικό, τεχνολογικό και χρηματοδοτικό πλαίσιο για την δημιουργία ενός αποτελεσματικού συστήματος ανακύκλωσης των σπανίων γαιών στην Ευρώπη.

Όλοι λοιπόν υποστηρίζουν ότι η ανακύκλωση είναι μεν συστατικό στοιχείο της στρατηγικής διασφάλισης πρώτων υλών, αλλά αυτή τη στιγμή δεν είναι δυνατόν να γίνεται συζήτηση για ανακύκλωση των σπάνιων γαιών. Προς το παρόν η στρατηγική των διακρατικών συμμαχιών και της διεύρυνσης των εμπορικών συναλλαγών είναι η μόνη ρεαλιστική λύση.

Τελικά πρέπει να ευχαριστούμε την Κίνα για την απόφασή της να περιορίσει τις εξαγωγές σπάνιων γαιών, λέει ο κ. Τζάφι, γιατί έτσι έθεσε το ζήτημα των τεχνολογικά κρίσιμων στοιχείων μία δεκαετία νωρίτερα από ό,τι θα συνέβαινε κάτι τέτοιο υπό άλλες συνθήκες. Η συμβολή όμως μόνο μιας χώρας δεν είναι αρκετή και το να στερηθούμε αυτά τα εξωτικά υλικά θα αποτελέσει για εμάς ένα τεράστιο πρόβλημα, όπως δείχνει η σύντομη έρευνά μας γύρω από αυτά τα άγνωστα αλλά τόσο απαραίτητα στοιχεία.

1.5 Αιτίες αύξησης της χρήσης τους

Οι σπάνιες γαίες αποτελούνται από μια ομάδα δεκαεπτά μετάλλων με μοναδικές ιδιότητες, τα οποία χρησιμοποιούνται με ολοένα μαζικότερο τρόπο στην καινοτόμο βιομηχανία της υψηλής τεχνολογίας. Τα λέιζερ, τα κινητά τηλέφωνα και οι οθόνες υγρών κρυστάλλων περιέχουν σπάνιες γαίες, ενώ οι νέες επιδόσεις των τελευταίων γενεών τερματικών «μαζικής σύνδεσης», από το iPhone έως τα ηλεκτρονικά βιβλία, οφείλονται, εν μέρει, στις ιδιότητες αυτών των στοιχείων.

Όμως και οι νέες «πράσινες» βιομηχανίες εξαρτώνται από αυτά: οι μπαταρίες των υβριδικών αυτοκινήτων, τα φωτοβολταϊκά, οι λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης ή οι τουρμπίνες των ανεμογεννητριών στηρίζονται στα «μέταλλα που ντοπάρουν», στο νεοδύμιο, στο λουτέσιο, στο δυσπρόσιο, στο ευρώπιο και στο τέρβιο. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν επίσης πολλά υποσχόμενους καταλύτες για τη διύλιση του πετρελαίου, ενώ η αμυντική βιομηχανία τα χρησιμοποιεί σε κρίσιμα οπλικά συστήματα, όπως οι πύραυλοι τύπου Κρουζ, τα τηλεκατευθυνόμενα πυρομαχικά, τα ραντάρ ή οι υψηλής τεχνολογίας θωρακίσεις.

Η παγκόσμια ζήτηση σπάνιων γαιών αυξάνεται κάθε χρόνο με ρυθμό που ξεπερνάει το 10%. Μέσα σε μια δεκαετία, πέρασε από τους 40.000 τόνους στους 120.000 ετησίως. Όπως συνοψίζει η αναλύτρια Σίντι Χερστ, σε μελέτη που εκπόνησε πρόσφατα για το

αμερικανικό υπουργείο Άμυνας, η αμερικανική, η ιαπωνική και η ευρωπαϊκή βιομηχανία δεν μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς αυτές: «Δίχως τις σπάνιες γαίες, μεγάλο μέρος της σύγχρονης τεχνολογίας θα είχε εντελώς διαφορετική μορφή και πολλές εφαρμογές δεν θα ήταν καν εφικτές. Για παράδειγμα, δεν θα είχε επιτευχθεί η μείωση των διαστάσεων των κινητών τηλεφώνων και των φορητών υπολογιστών». Συνήθως, όσο περισσότερο καινοτόμο είναι ένα βιομηχανικό μοντέλο (πιο ανθεκτικό, πιο ελαφρύ, μικρότερου μεγέθους, «οικοσυμβατό»), τόσο μεγαλύτερη είναι η εξάρτησή του από τις σπάνιες γαίες. Η Ιαπωνία αποτελεί μια κλασική πλέον περίπτωση: μονάχα η συναρμολόγηση των μπαταριών των υβριδικών μοντέλων Prius της Toyota απαιτεί 10.000 τόνους σπάνιων γαιών ετησίως [8]. Γενικότερα, η εξάπλωση της «πράσινης» βιομηχανίας θα μπορούσε να οδηγήσει στην αύξηση της ετήσιας παγκόσμιας ζήτησης στους 200.000 τόνους. Για παράδειγμα, στην τουρμπίνα μιας ανεμογεννήτριας μεγάλου μεγέθους συναντάμε αρκετές εκατοντάδες κιλών σπάνιων γαιών.

Από την άλλη, οι σπάνιες γαίες βρήκαν εκτεταμένη εφαρμογή και στα όπλα. Σε μια τόσο κρίσιμη περίοδο για την παγκόσμια κοινωνία που σε διάφορες χώρες της η χρήση όπλων και πολεμικών εξαρτημάτων είναι ιδιαίτερα αυξημένη λόγω πολέμων ή τρομοκρατικών επιθέσεων δεν είναι καθόλου περίεργη η αυξημένη ζήτηση αυτών των σπάνιων στοιχείων. Άλλωστε η εξέλιξη της τεχνολογίας των όπλων βασίζεται εκεί. Έτσι, στον τομέα της άμυνας, το κεφάλαιο 843 του νόμου National Defense Authorization Act για το φορολογικό έτος 2010 προστάζει το Government Accountability Office (GAO- το αντίστοιχο του Γενικού Λογιστηρίου του Κράτους) να διερευνήσει με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια τον ρόλο των σπάνιων γαιών στην αλυσίδα των προμηθειών του υπουργείου Άμυνας.

Ο κατάλογος είναι μακροσκελής [9]: τηλεκατευθυνόμενα πυρομαχικά ακριβείας, λέιζερ, συστήματα επικοινωνιών και ραντάρ, αεροναυπηγική, συστήματα νυχτερινής σκόπευσης, δορυφόροι. Μάλιστα, διευρύνεται ολοένα και περισσότερο. Στην παραγωγική διαδικασία ή στις απαιτούμενες πρώτες ύλες της βιομηχανίας οπλικών συστημάτων [10] περιλαμβάνονται σχεδόν πάντα οι σπάνιες γαίες. Το υπουργείο Άμυνας αποκάλυψε ότι τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκε έλλειψη ορισμένων εξαρτημάτων που κατασκευάζονται κυρίως από λανθάνιο, γαδολίνιο, ευρώπιο και δημήτριο, με αποτέλεσμα να προκληθούν καθυστερήσεις σε ορισμένα αμερικανικά προγράμματα παραγωγής οπλικών συστημάτων. Σε μια εμπιστευτική έκθεσή της, η αεροπορία -η οποία εμπλέκεται ιδιαίτερα στη διεξαγωγή μυστικών προγραμμάτων και προγραμμάτων για τις «τεχνολογίες ρήξης» δηλαδή για καινοτομίες οι οποίες, αντί να βελτιώνουν τις ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες, εισάγουν ρήξεις που είναι αρκετά σημαντικές ώστε να οδηγούν στην αντικατάσταση των παλαιότερων τεχνολογιών (στις επικοινωνίες ή στα «αόρατα» από τα ραντάρ οπλικά συστήματα) - έχει εκδηλώσει ήδη από το 2003 την ανησυχία της για την εξάρτησή της στον τομέα των μαγνητών μεγάλης ισχύος που κατασκευάζονται από νεοδύμιο. Το 2009, στην έκθεση «Industry Study» που εκπόνησε το Βιομηχανικό Κολέγιο των Ενόπλων Δυνάμεων, καταγράφηκαν όλες οι αναφορές στις

σπάνιες γαίες στους τομείς της ναυπηγικής, της αεροναυπηγικής και της παραγωγής οπλικών συστημάτων [11]. Όσο για το Ερευνητικό Κέντρο του Στρατού Ξηράς για τους Εξοπλισμούς και το Κέντρο Θαλάσσιου Πολέμου, εκπόνησαν τις δικές τους μελέτες γύρω από την εξάρτηση και για τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να αντιμετωπιστεί. Μάλιστα, κάποια περίοδο, το αμερικανικό ναυτικό είχε εξετάσει το ενδεχόμενο να χρηματοδοτήσει την επαναλειτουργία των εγκαταστάσεων του ορυχείου Mountain Pass, δηλαδή του κυριότερου «εν υπνώσει» αμερικανικού κοιτάσματος σπάνιων γαιών.

Η ολοκλήρωση της «μεγάλης έκθεσης» που είχε παραγγείλει το Πεντάγωνο για την αναλυτική καταγραφή των εξαρτήσεων των Ηνωμένων Πολιτειών από τις σπάνιες γαίες στον τομέα των είκοσι τεσσάρων σημαντικότερων οπλικών συστημάτων τους ήταν μια καθυστερημένη αφύπνιση. Δεν είναι πολύ δύσκολο να φανταστεί κανείς ότι στην Κίνα έχει ανατεθεί η εκπόνηση παρόμοιας «έκθεσης» για την αξιολόγηση των τρόπων που διαθέτει σήμερα η χώρα για την παρεμπόδιση του ανεφοδιασμού των Ηνωμένων Πολιτειών με τα διάφορα συστατικά που είναι αναγκαία για τις τεχνολογίες ρήξης στις οποίες στηρίζεται η αμερικανική στρατιωτική υπεροχή.

Για τα πρόσωπα που λαμβάνουν τις αποφάσεις στο Καπιτώλιο, «η επιθυμία της Κίνας να περιορίσει τις εξαγωγές της θα δημιουργήσει πρόβλημα ανταγωνιστικότητας στις Ηνωμένες Πολιτείες. Αφ' ενός, οφείλουμε να διασφαλίσουμε τον ανεφοδιασμό μας και, αφ' ετέρου, να επιτρέψουμε την ανάπτυξη ορυχείων σπάνιων γαιών στο έδαφός μας. Οι Ηνωμένες Πολιτείες δεν μπορούν πλέον να εξαρτώνται κατά 100% από τις εισαγωγές από την Κίνα». Τον Μάρτιο, ο Δημοκρατικός βουλευτής του Κολοράντο, Μάικλ Κόφμαν, παρουσίασε πρόταση νόμου με την οποία ζητούσε την επαναλειτουργία ολόκληρου του αμερικανικού κλάδου εκμετάλλευσης των σπάνιων γαιών, καθώς επίσης και τη δημιουργία στρατηγικών αποθεμάτων.

Η πρωτοβουλία μετατράπηκε σε νομοσχέδιο, το Rare Earths and Critical Materials Revitalization Act, το οποίο εξετάζεται αυτή τη στιγμή από το Κογκρέσο. Ωστόσο, παρά την πρόσφατη φρενίτιδα των αναλύσεων στις Ηνωμένες Πολιτείες γύρω από το θέμα, καθώς και τις συζητήσεις περί στρατηγικών αποθεμάτων και ανακύκλωσης των σπάνιων γαιών, η εξάρτηση θα παραμείνει ο κανόνας κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών. Σύμφωνα δε με τις εκτιμήσεις, η ανασυγκρότηση του αμερικανικού κλάδου των σπάνιων γαιών, η οποία συνεπάγεται μεγάλες και συνεχείς επενδύσεις, θα απαιτήσει διάστημα δεκαπέντε ετών.

Ωστόσο οι σπάνιες γαίες είναι απαραίτητες και για τον πολιτισμό μας αν θέλουμε να συνεχίζουμε τη διαβίωσή μας με τον καταναλωτικό τρόπο που έχουμε διαχρονικά επιλέξει χρησιμοποιώντας “hi-tech” καλούδια αλλά και υβριδικά αυτοκίνητα και πολλές σύγχρονες ιατρικές εφαρμογές που στηρίζονται στα μέταλλα των σπάνιων γαιών. Για παράδειγμα, οι Μαγνήτες σπάνιων γαιών έχουν βελτιώσει τις ιδιότητες των μαγνητών σε τέτοιο βαθμό ώστε σήμερα χρησιμοποιούνται σε πάρα πολλές εφαρμογές από παιδικά μαγνητικά παιχνίδια, κινητά, i-pad κλπ. μέχρι τις τουρμπίνες ανεμογεννητριών.

Πράγματι, η προσθήκη νεοδυμίου (Nd) σε έναν κοινό μαγνήτη τον κάνει 10 φορές ισχυρότερο (μαγνήτης NdFeB), ενώ η προσθήκη δυσπροσίου (Dy) και σαμαρίου (Sm) τους δίνει ακόμη πιο εξειδικευμένες δυνατότητες πχ. αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες, διευρύνοντας έτσι σημαντικά το πεδίο εφαρμογής τους. Το λεπτό και κομψό νέο iPad που λανσάρεται στις αγορά με τιμή που ξεκινά από 500 δολάρια, είναι «πλήρες» σπανίων γαιών, στο βαθμό που κάποιοι αναρωτιούνται αν θα έπρεπε να κατασκευάζεται εξολοκλήρου στην Κίνα!

Συνεπώς, σήμερα οι σπάνιες γαίες θεωρούνται στρατηγικά μέταλλα, αφού πρακτικά δεν υπάρχει βιομηχανική εφαρμογή υψηλής τεχνολογίας που να μην τις περιλαμβάνει. Χαρακτηριστική είναι επίσης η παρουσία τους στους τομείς της κατάλυσης, υαλουργίας, κεραμικής, μεταλλουργίας αλλά και σε λοιπούς τομείς όπως οι μαγνήτες, οι οθόνες, τα ηλεκτρονικά και οι πυκνωτές.

Πιο συγκεκριμένα οι «ελαφριές σπάνιες γαίες» χρησιμοποιούνται στην καταλυτική πυρόλυση βαρέων κλασμάτων πετρελαίου κατά τη διάρκεια της διύλισής του. Επίσης, χρησιμοποιούνται και σαν καταλύτες αυτοκινήτων.

Τα στοιχείο Nd χρησιμοποιείται σε υψηλής αντοχής μόνιμους μαγνήτες, οι οποίοι βρίσκουν εφαρμογή στις «πράσινες τεχνολογίες» όπως για παράδειγμα στα υβριδικά αυτοκίνητα και στις ανεμογεννήτριες. Εκτός από το προαναφερθέν στοιχείο τα Sm, Pr, Ce, Dy, Er και Gd χρησιμοποιούνται σε μόνιμους μαγνήτες.

Οι σπάνιες γαίες λόγω της υψηλής τους αντοχής και του μικρού μεγέθους τους χρησιμοποιούνται κατά κόρον στον τομέα της ηλεκτρονικής, όπως σε σκληρούς δίσκους, υψηλής τεχνολογίας μικρόφωνα και σε μονάδες DVD. Τα Nd και Pr χρησιμοποιούνται σε συσκευές ανάφλεξης.

Ακόμα οι ελαφριές σπάνιες γαίες και το Y είναι επίσης συστατικά για δύστηκτα κράματα (superalloys) τα οποία χρησιμοποιούνται σε υψηλής θερμοκρασίας, οξειδωτικά περιβάλλοντα όπως οι κινητήρες αεριοστρόβιλων.

Τα Eu, Y, Tb, Tm, La και Ce χρησιμοποιούνται σαν φωσφορίζουσες ουσίες οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή στις οθόνες τηλεόρασης και υπολογιστών. Τα Nd, Er και άλλες σπάνιες γαίες χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές laser και σε οπτικές ίνες.

Οι βιομηχανίες γυαλιού και κεραμικών χρησιμοποιούν το Ce για να οξειδώσουν το (σίδηρο) Fe και τα Nd, Pr, Ho, Er για να χρωματίσουν το γυαλί. Οι σπάνιες γαίες χρησιμοποιούνται για να απορροφήσουν το UV φως, σαν μέσο στίλβωσης (Μείγμα γαιών) αλλά και σε πυκνωτές (Nd, La, Sm).

Χρήσεις	Ποσοστό
Μεταλλουργικές εφαρμογές και κράματα	29%
Ηλεκτρονικά (π.χ. Σκληροί δίσκοι)	18%
Χημικοί καταλύτες	14%
Φωσφορίζουσες ουσίες για οθόνες υπολογιστών, ραντάρ και τηλεοράσεις	12%
Καταλυτικοί μετατροπείς στην αυτοκινητοβιομηχανία	9%
Στίλβωση γυαλιών και κεραμικά	6%
Μόνιμοι μαγνήτες	5%
Καταλύτες κατά τη βιοχηχανία διύλισης πετρελαίου	4%

Κεφάλαιο 2

2.1 Γνωρίζοντας τα κρίσιμα τεχνολογικά χημικά στοιχεία

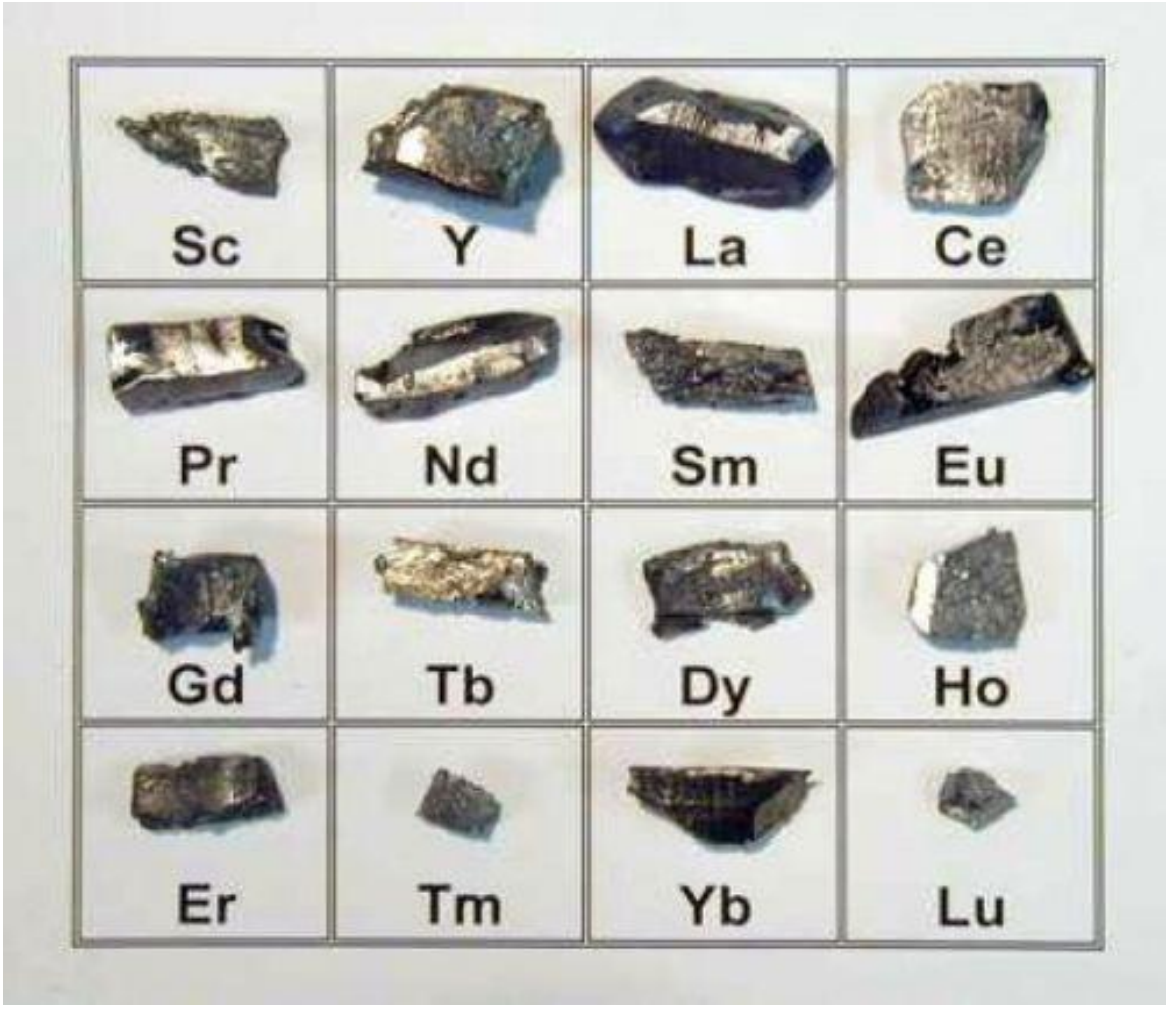
Η πρόβλεψη ότι τον 21ο αιώνα θα συνεχιστεί αυξανόμενη η ζήτηση κρίσιμων για την τεχνολογία στοιχείων και των προϊόντων επεξεργασίας τους είναι πλέον γεγονός, επαναφέροντας στο προσκήνιο εντονότερη από ποτέ τη στρατηγική σημασία των ορυκτών πρώτων υλών. Τα πλέον απτά παραδείγματα αυτών των εξελίξεων είναι η συνεχής αύξηση των τιμών της ενέργειας, η ανάδειξη της γεωπολιτικής στρατηγικής των ενεργειακών πηγών καθώς και οι σημαντικές αυξήσεις τιμών των μετάλλων αλλά και των περισσότερων πρώτων υλών, για όλη την προηγούμενη δεκαετία.

Στα περισσότερα "κρίσιμα" στρατηγικά μέταλλα και τις σπάνιες γαίες υπάρχει πλήρης εξάρτηση, ενώ η παγκόσμια καταναλωτική και παραγωγική «εμπλοκή» της Κίνας και της Ινδίας, για διάφορους λόγους, δεν έχουν μέχρι σήμερα οδηγήσει σε βελτίωση της κατάστασης. Αν δεν έχει κάποιος ιδιαίτερη σχέση με την Χημεία, είναι πολύ πιθανό να μην γνωρίζει καν τα συγκεκριμένα χημικά στοιχεία. Παρ'όλα αυτά, αν και άγνωστα στο ευρύ κοινό, τα χρησιμοποιούμε καθημερινά, αφού αποτελούν βασικά θεμέλια της σύγχρονης ζωής και τεχνολογίας.

Στη Χημεία σπάνιες γαίες καλούνται τα μέταλλα (χημικά στοιχεία) τα οξείδια των οποίων είναι γαιώδους μορφής και κλήθηκαν έτσι λόγω της εξαιρετικής σπανιότητάς τους. Αυτά τα μέταλλα λέγονται και λανθανίδες εκ του ονόματος του πρώτου στοιχείου της κατηγορίας αυτών στον Περιοδικό πίνακα. Παρουσιάζουν σχεδόν τις ίδιες φυσικές και χημικές ιδιότητες.

Στην ομάδα των Σπάνιων Γαιών όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ανήκουν 17 μεταλλικά στοιχεία με παρόμοιες χημικές ιδιότητες, η ζήτηση των οποίων αυξάνεται συνεχώς. Χαρακτηριστικό τους είναι η βιομηχανική τους μοναδικότητα σε εφαρμογές

και χρήσεις προϊόντων υψηλής τεχνολογίας και στις λεγόμενες «πράσινες» τεχνολογίες. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα ακόλουθα χημικά στοιχεία, τα οποία χωρίζονται σε δύο κύριες ομάδες.



Εικόνα 1: Λανθανίδες

Η πρώτη ομάδα αφορά τις ελαφριές σπάνιες γαίες LRRE (light rare earth elements) και πιο συγκεκριμένα τα:

- Λανθάνιο (La)
- Δημήτριο (Ce)
- Πρασεοδύμιο (Pr)
- Νεοδύμιο (Nd)
- Προμήθειο (Pm)
- Σαμάριο (Sm)
- Ευρώπιο (Eu)

Η δεύτερη ομάδα που αφορά τις βαρείες HREE (heavy rare earth elements) οι οποίες είναι και πιο σπάνιες είναι:

- Γαδολίνιο (Gd)
- Τέρβιο (Tb)
- Δυσπρόσιο (Dy)
- Όλμιο (Ho)
- Ύττριο (Y)
- Έρβιο (Er)
- Θούλιο (Tm)
- Υτέρβιο (Yb)
- Λουτήτιο (Lu).

Προϊόντα από τις σπάνιες γαίες υπάρχουν σε ευρύτατη γκάμα βιομηχανικών υλικών. Σε ηλεκτρικά και υβριδικά αυτοκίνητα, σε τηλεοράσεις, tablets, «έξυπνα» κινητά τηλέφωνα, πυκνωτές, επεξεργαστές ηλεκτρονικών υπολογιστών, μεταλλουργικές εφαρμογές, φωτοβολταϊκά συστήματα ακόμα και στη διαστημική τεχνολογία.

Στην κατηγορία των σχεδόν κρίσιμων χημικών στοιχείων ανήκουν:

- Νιόβιο (Nb)
- Ταντάλιο (Ta)
- Γάλλιο (Ga)
- Ίνδιο (In)
- Γερμάνιο (Ge)
- Θάλλιο (Tl)
- Τελλούριο (Te)
- Λευκόχρυσος (Pt)
- Όσμιο (Os)
- Ρουθήνιο (Ru)
- Ρόδιο (Rh)
- Παλλάδιο (Pd)
- Ιρίδιο (Ir)

Η ονοματολογία των παραπάνω στοιχείων μπορεί να έχει προέλθει από:

α. Όνομα που προέρχεται από το όνομα ενός προσώπου ιστορικού ή μυθικού.

β. Όνομα που προέρχεται από το όνομα ενός τόπου δηλ. χωριού, οικισμού ή και πλανήτη.

γ. Όνομα που προέρχεται από το όνομα κάποιου χρώματος.

δ. Όνομα που προέρχεται από κάποια χαρακτηριστική ιδιότητα του στοιχείου (εκτός του χρώματός του).

ε. Όνομα που προέρχεται από το όνομα του ορυκτού ή γενικότερα του υλικού από το οποίο απομονώθηκε το στοιχείο.

ζ. Όνομα αρχαίας προέλευσης για στοιχεία που ήταν γνωστά από την αρχαιότητα στην καθαρή τους (ή στην σχεδόν καθαρή τους) μορφή. Στην περίπτωση αυτή, η ετυμολογία του ονόματος είναι συνήθως άγνωστη ή αμφισβητήσιμη.

η. Όνομα που δεν επιτρέπει την κατάταξή του σε κάποια από τις προηγούμενες κατηγορίες. Πρόκειται για λίγες ειδικές περιπτώσεις.

2.1.1 Λανθάνιο (La)



Πέρασαν ένας αιώνας και μισός από τότε που ανακαλύφθηκε το στοιχείο αυτό και ώσπου να αρχίσει να βρίσκει εμπορικές εφαρμογές. Σήμερα όμως είναι περιζήτητο και μάλιστα η ζήτησή του παρουσιάζει αυξητικές τάσεις. Μία από τις βασικές του χρήσεις είναι με τη μορφή οξειδίου που εμπλουτίζει το γυαλί [12].

Το γυαλί είναι ένα άμορφο στερεό υλικό. Δηλαδή τα άτομα που το αποτελούν δεν είναι τοποθετημένα έτσι ώστε να δημιουργούν ένα κανονικό πλέγμα με ίδιες αποστάσεις μεταξύ τους, να υπάρχουν συγκεκριμένες συμμετρίες και να μπορείς να διακρίνεις άξονες. Αυτά που λέγονται ότι συμπεριφέρεται σαν να είναι ένα πολύ παχύρρευστο υγρό δεν στέκουν. Ούτε ότι υπάρχει κενό ανάμεσα στα μόρια και από εκεί περνάει το φως, οπότε έτσι να εξηγείται και η διαφάνειά του. Τα άμορφα στερεά δημιουργούνται αν φέρεις τα συστατικά του υλικά σε θερμοκρασία τήξης όλων, να γίνουν δηλαδή όλα μαζί μια υγρή μάζα και μετά αμέσως να ψυχθεί ακαριαία. Ενα φωτόνιο λοιπόν που έρχεται σε επαφή με ένα στερεό σώμα έχει τρεις δυνατότητες: να απορροφηθεί η ενέργειά του από ένα ηλεκτρόνιο, να μην απορροφηθεί και να εκπεμφθεί ένα άλλο φωτόνιο ίσης ενέργειας και τέλος να περάσει μέσα από το στερεό χωρίς αλλοίωση διότι δεν υπήρξε αλληλεπίδραση με κάποιο από τα ηλεκτρόνια. Αυτή η τελευταία είναι η περίπτωση του

γυαλιού. Το ηλεκτρόνιο θα απορροφήσει την ενέργεια του φωτονίου μόνο αν αυτή έχει ακριβώς τέτοια τιμή, ούτε μικρότερη αλλά ούτε και μεγαλύτερη, ώστε να μπορεί να κάνει ένα άλμα και να μπει σε διαφορετική τροχιά. Τα φωτόνια του ορατού φωτός δεν έχουν τέτοια ενέργεια σε σχέση με τα ηλεκτρόνια του γυαλιού και έτσι περνούν αδιατάρακτα. Αυτή την απρόσκοπτη διέλευση τη λέμε με άλλα λόγια διαφάνεια. Όταν ανακατεύεται το μείγμα για το συνηθισμένο γυαλί με οξείδια διαφόρων στοιχείων αλλάζει κάποιες ιδιότητες όπως π.χ. το να μην επιτρέπει σε φωτόνια στην περιοχή του υπεριώδους να το διαπερνούν. Και στην περίπτωση των φακών στις οπτικές εφαρμογές θέλουμε όχι μόνο να περνούν οι ακτίνες του φωτός, δηλαδή δέσμες αποτελούμενες από πολλά φωτόνια, αλλά και να «σπάζει» η ευθύγραμμη πορεία τους, δηλαδή περνώντας από το γυαλί να διαθλώνται. Οσο πιο πολύ διαθλώνται τόσο καλύτερα. Ετσι, ενώ στο συνηθισμένο γυαλί ο δείκτης διάθλασης είναι περίπου 1,5, γυαλί με λανθάνιο φθάνει να έχει δείκτη διάθλασης 1,68 ως 1,88.

Γιατί το είπαν έτσι

Το λανθάνιο είναι μέλος μιας οικογένειας με 15 μέλη που ονομάζονται λανθανίδες. Εχουν πολλές ιδιότητες κοινές και αυτό έκανε τους χημικούς του 19ου αιώνα να φτύσουν αίμα για να ξεχωρίσουν τα στοιχεία της οικογένειας μεταξύ τους. Τον Ιανουάριο του 1839 ο Σουηδός Καρλ Γκούσταφ Μουσάντερ προσπαθώντας από νιτρικό δημήτριο να πάρει το οξείδιό του και μετά να επιδράσει με νιτρικό οξύ τελικά πήρε κάτι που δεν ήταν νιτρικό δημήτριο αλλά κάτι καινούργιο. Όταν το είπε στον φίλο του Μπερτσέλιους αυτός συμφώνησε πως επρόκειτο για κάτι νέο και πρότεινε την ονομασία λανθάνιο έχοντας υπόψη του την ελληνική λέξη «λανθάνω», δηλαδή ζω στην αφάνεια.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	57
Ατομικό βάρος:	138.9055
Σημείο τήξης:	921^{o}C
Σημείο ζέσεως:	3 460^{o}C
Αριθμός ισοτόπων:	39

Αν και δεν είμαστε και τόσο εξοικειωμένοι μαζί του, το λανθάνιο είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα στοιχεία στη Φύση. Οπως χαρακτηριστικά αναφέρεται, είναι τόσο όσο ο μόλυβδος και ο κασσίτερος μαζί. Το κακό είναι πως μερικές φορές το συναντάμε και σε χώρους που δεν πρέπει και εκεί για την παρουσία του δεν χαιρόμαστε ιδιαίτερα.

Πόλεμος και Ειρήνη

Το λανθάνιο στη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου χρησιμοποιήθηκε στον σχεδιασμό της ατομικής βόμβας.

Το οξείδιο του λανθανίου βελτιώνει την αντίσταση του γυαλιού στο αλκαλικό περιβάλλον και επειδή έχει αυξημένο δείκτη διάθλασης, άρα μικρή εστιακή απόσταση, ο φακός που κατασκευάζεται με αυτό μπορεί να είναι πιο συνεπτυγμένος. Η ανεπιθύμητη μεταβολή του δείκτη διάθλασης στα διάφορα χρώματα που συγκροτούν το λευκό οδηγεί στην προτίμηση να είναι μεγάλος ο δείκτης διάθλασης ώστε οι διαφορετικές ακτίνες να συγκεντρώνονται σε μικρή επιφάνεια και έτσι το σφάλμα της διασποράς, όπως λέγεται, να είναι περιορισμένο. Επίσης το λανθάνιο το συναντούμε πλέον στους συσσωρευτές NiMH (Νικελίου-Μέταλλο-Υδρογόνο) των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, στα υβριδικά αυτοκίνητα επίσης όπου έχει υπολογιστεί ότι ήδη κουβαλούν περίπου 10 κιλά λανθανίου.

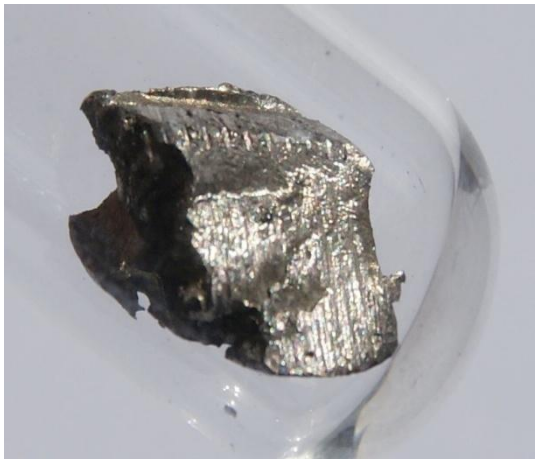
Σαν καθαρό μέταλλο είναι τόσο μαλακό που μπορεί να το κόψεις και με το μαχαίρι και επειδή και με το χάραγμα πετάγονται σπίθες χρησιμοποιείται στις συσκευές ανάφλεξης. Γενικά όμως σε καθαρή κατάσταση δεν έχει πολλές χρήσεις. Όταν όμως αναμειγνύεται με άλλα στοιχεία τα πράγματα αλλάζουν. Μια χρήσιμη ιδιότητα του λανθανίου όταν βρεθεί μαζί με νικέλιο (LaNi5) είναι η ικανότητά του να απορροφά υδρογόνο. Ακόμη και σε μορφή σκόνης μπορεί να απορροφήσει 400 φορές τον όγκο του. Ετσι γίνεται χρήσιμο για τα λεγόμενα Στοιχεία Καυσίμου που λειτουργούν με τη βοήθεια Υδρογόνου.

Επίσης το λανθάνιο είναι βασικό συστατικό στο γυαλί ZBLAN, δηλαδή ένα κοκτέιλ από φθοριούχα άλατα του λανθανίου, του ζιρκονίου, του βαρίου, του αργιλίου και του νατρίου. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή οπτικών ινών και είναι προτιμότερο από κανονικό γυαλί διότι παρουσιάζει μικρότερες απώλειες αφού έχει πολύ μεγαλύτερη διαφάνεια. Τα σήματα που μεταδίδονται μπορεί να έχουν μήκος κύματος μεγαλύτερο από 2.000 νανόμετρα (ως και 4.000 μανόμετρα) με απώλειες μόλις 0.001dB/km.

Γιατί στα απόβλητα των διυλιστηρίων και στις χωματερές υπάρχει και λανθάνιο;

Αλατα του λανθανίου χρησιμοποιούνται στους καταλύτες που χρησιμοποιούνται στη διύλιση του πετρελαίου διότι όταν ανεβαίνουν οι θερμοκρασίες, ενεργούν σταθεροποιητικά στους ζεόλιθους, που είναι το βασικό συστατικό των καταλυτών αυτών. Επίσης λανθάνιο υπάρχει στο γυαλί συσκευών όπως είναι οι οθόνες των τηλεοπτικών συσκευών αλλά και των λαμπτήρων φθορισμού που πετάγονται με ελαφρά τη καρδία και βαριά άγνοια στις χωματερές.

2.1.2 Δημήτριο (Ce)



Πάντα ίσως είχαμε την περιέργεια πώς εκείνα τα βαμβακερά διχτάκια που βάζουμε στα φωτιστικά ανοιχτού χώρου που λειτουργούν με γκαζάκι μπορούσαν να μας δίνουν φως χωρίς να καίγονται. Διαβάζοντας όμως την ιστορία του Karl Auer, ενός Βιεννέζου την καταγωγή που πήγε το 1880 να τελειώσει τις σπουδές του στη Χαϊδελβέργη κοντά στον διάσημο τότε καθηγητή Χημείας Robert Bunsen, μαθαίνουμε και γι' αυτό. Διότι η ιστορία ξεκίνησε από την έφεση του Karl Auer να πειραματιστεί και να βγάλει λεφτά από τις έρευνές του. Έτσι, έχοντας παρατηρήσει πως τα οξείδια διαφόρων στοιχείων όταν θερμανθούν δίνουν μια λάμψη σχεδόν εκτυφλωτική, αρχίζοντας από το οξείδιο του ασβεστίου που έδινε το γνωστό limelight (η φωτεινή στρογγυλή κηλίδα των παλαιών προβολέων), θέλησε να τονώσει το φως από τις λάμπες του δρόμου που προσπαθούσαν να φωτίσουν με την αχνή φλόγα του γκαζιού τις σκοτεινές τότε πόλεις. Για χρόνια έψαχνε το καλύτερο φως δοκιμάζοντας διάφορα οξείδια που με αυτά μούσκευε βαμβακερά διχτάκια και με τα οποία περιέβαλλε τη φλόγα. Κατέληξε σε ένα μείγμα με 90% θόριο και 1% δημήτριο, ενώ τότε δεν ήταν γνωστό πως το θόριο ήταν ραδιενεργό. Η επιτυχία αυτής της εφεύρεσης ήταν μεγάλη - έφθασε να φτιάχνει και 300 εκατομμύρια τη χρονιά. Όπως ο καθένας μπορεί να μαντέψει, όταν άρχισαν να αντικαθιστούν τα φανάρια γκαζιού με φωτισμό από λάμπες ηλεκτρικού ρεύματος, η ζήτηση έπεσε κατακόρυφα, αλλά ακόμη και σήμερα τα βαμβακερά διχτάκια τα εμποτισμένα με οξείδια υπάρχουν και κάνουν δουλειά. Ο Auer δεν ήταν από αυτούς που το βάζουν κάτω εύκολα και είχε ήδη πάρει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από το 1903 για κάτι που ονομάζεται Auermetall και χρησιμοποιούμε ακόμη και σήμερα. Ένα κράμα από δημήτριο και σίδηρο που όταν χαράσσεται απότομα πετάει σπίθες. Άρα μπορούσε να παίζει τον ρόλο της τσακμακόπετρας και οι σπίθες να βοηθούν στην ανάφλεξη του αερίου που βγαίνει από μια φιάλη υγραερίου ή από το φιαλίδιο με το καύσιμο ενός αναπτήρα. Αυτά τα στοιχεία ή τα κράματα που μπορούν να βγάλουν σπίθες έτσι εύκολα στον αέρα χάρη στην εύκολη και ταχύτατη οξείδωσή τους με το οξυγόνο σε θερμοκρασίες μικρότερες των 55 βαθμών Κελσίου ονομάζονται πυρομορφικά [13].

Γιατί το είπαν έτσι

Η δική μας θεά της γεωργίας λεγόταν Δήμητρα ενώ η θεά της γεωργίας των Ρωμαίων Ceres. Ετσι εμείς το στοιχείο το ονομάζουμε δημήτριο, οι άλλοι Cerium. Το στοιχείο ανακαλύφθηκε το 1804 από τον διάσημο σουηδό χημικό Joens Jakob Berzelius, τον άνθρωπο που πρώτα σπούδασε γιατρός και μετά ασχολήθηκε με τη Χημεία και στον οποίο οφείλουμε βασικές λέξεις όπως «κατάλυση» και «πρωτεΐνες». Μαζί με τον χορηγό

του κτηματία και γεωλόγο Hisinger από δείγματα της σουηδικής γης ξεχώρισαν δύο νέα στοιχεία, το θόριο και το δημήτριο. Το τελευταίο αυτό ονομάστηκε έτσι διότι εκείνη την εποχή είχε ανακαλυφθεί ο λεγόμενος νάνος-πλανήτης Δήμητρα, στη ζώνη των αστεροειδών μεταξύ Άρη και Δία, που έχει διάμετρο 950 χιλιομέτρων και η σύνθεση του οποίου είναι ένα μείγμα από βράχο και πάγο.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	58
Ατομικό βάρος:	140.116
Σημείο τήξης:	799^{o}C
Σημείο ζέσης:	3.426^{o}C
Αριθμός ισοτόπων:	39

Πρόκειται για αρκετά δραστικό μέταλλο που πετάει σπίθες ακόμη και αν χαραχτεί με τη μύτη του μαχαιριού και είναι αρκετά διαδεδομένο επάνω στη Γη. Είναι τόσο κοινό όσο ο ψευδάργυρος, τέσσερις φορές αφθονότερο από τον μόλυβδο και τριάντα φορές πιο πολύ από τον κασσίτερο.

Πόλεμος και ειρήνη

Εκεί που δεν το φανταζόμαστε υπάρχει δημήτριο: από τους φακούς των γυαλιών ως τους ηλεκτρικούς φούρνους. Πρόσμειξη δημητρίου σε ποσοστό μόλις 1%-2% προφυλάσσει το γυαλί από τις ακτίνες Χ, από ραδιενεργό ακτινοβολία και από καθοδικές ακτίνες. Και αν αυτό φαίνεται κάπως εργαστηριακό και μακριά από την καθημερινή ζωή, έχουμε επίσης φιλτράρισμα των υπεριωδών ακτίνων για μήκη κύματος κάτω από τα 400 nm, γιατί εκεί το δημήτριο παρουσιάζει μεγάλη απορροφητικότητα. Επίσης στο γυαλί που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή φακών προσθέτουν λανθάνιο, ύττριο και δημήτριο για να αυξάνεται ο δείκτης διάθλασης και να μειώνεται η διάχυση λόγω του χρωματικού σφάλματος. Και αφού λέμε για χρώματα, τα άλατά του με θείο δίνουν σκόνες βαψίματος από κίτρινο ως κόκκινο, ανάλογα και με τις υπόλοιπες προσμείξεις, που όμως δεν είναι τοξικά και έτσι εκτοπίζουν άλλες συνθέσεις. Πρώτα με μόλυβδο και υδράργυρο, που αντικαταστάθηκαν για καλύτερα από κάδμιο, όμως και αυτό διαπιστώθηκε πως έκανε κακό στο περιβάλλον, οπότε, αφού έδιναν τα ίδια χρώματα αλλά τα άλλα γίνονταν επικίνδυνα με τη μακροχρόνια χρήση, αντικαθίστανται.

Χρησιμοποιείται στη χημική βιομηχανία ως καταλύτης για την παρασκευή αλκοολών, κετονών και φαινολών, ενώ για τον ίδιο λόγο έχει γίνει βασικό συστατικό στους καταλύτες των αυτοκινήτων. Αλλά δεν έμεινε μόνο εκεί. Και σε κινητήρες ντίζελ παγιδεύονται τα σωματίδια της αιθάλης σε ειδικούς θύλακες και κατά διαστήματα, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία, καίγονται αυτά τα σωματίδια με την καταλυτική παρουσία του δημητρίου.

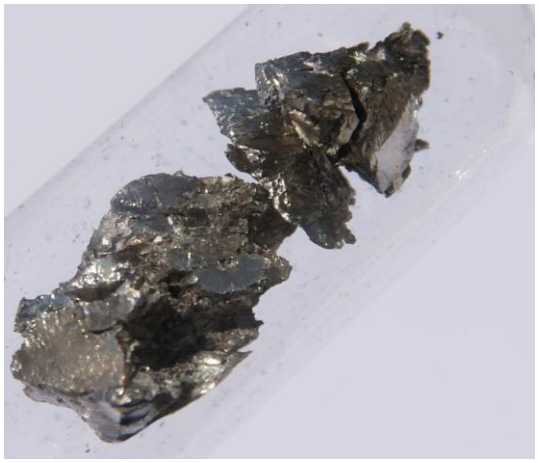
Πώς γίνεται τελικά και δεν καίγονται αυτά τα διχτάκια που φωτίζουν τις νύχτες μας συνήθως στις εκδρομές και στις κατασκηνώσεις;

Φτιάχνονται από βαμβακερές ίνες και εμποτίζονται πρώτα με νιτροκυτταρίνη για ενίσχυση και μετά με νιτρικά άλατα σε υγρή μορφή των στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν - στην περίπτωσή μας με θόριο και δημήτριο. Αυτό που επιδιώκεται είναι όταν δημιουργηθεί φλόγα σε πρώτη φάση να καούν οι ίνες από το βαμβάκι και τα νιτρικά άλατα να γίνουν νιτρώδη και να αποσυντεθούν αφήνοντας έναν σκελετό από οξείδια του θορίου και του δημητρίου. Μετά λοιπόν από αυτή τη διαδικασία του πρώτου ανάμματος, από τη διέγερση των ηλεκτρονίων λόγω θερμότητας και τη μετάπτωσή τους πάλι στις αρχικές στιβάδες εκπέμπονται φωτόνια από τα δύο στοιχεία που συνδυαστικά δίνουν ένα υποφερτά λευκό φως (μόνο του το θόριο δίνει κάτι προς το πρασινωπό και χάρη στην πρόσμειξη με το δημήτριο γίνεται λιγότερο ψυχρό), με μικρή ενέργεια στην περιοχή του υπερερύθρου, άρα δεν έχουμε μεγάλη εκπομπή θερμότητας και άρα η περισσότερη αποδιδόμενη ενέργεια φθάνει σε εμάς με τη μορφή φωτός.

Πού ακριβώς υπάρχει το δημήτριο στην κουζίνα μας; Είναι επικίνδυνο;

Καταρχήν να διευκρινίσουμε ότι δεν είναι επικίνδυνο. Χρησιμοποιείται με τη μορφή οξειδίου ως επίχρισμα στα τοιχώματα του ηλεκτρικού φούρνου. Όταν λοιπόν υπάρχουν υπολείμματα τροφών από ψήσιμο στον φούρνο ενεργεί, στους 500 βαθμούς Κελσίου το πολύ, σαν καταλύτης στην οξείδωση όλων αυτών που χωρίς τη θέλησή μας έχουν κολλήσει εδώ κι εκεί μέσα στον φούρνο και σε μεγάλο ποσοστό αποτελούνται από άνθρακα.

2.1.3 Πρασεοδύμιο (Pr)



Αν και το πρασεοδύμιο δεν ανήκει στους αστέρες του περιοδικού συστήματος, υπάρχουν κάποια ενδιαφέροντα στοιχεία και στο δικό του βιογραφικό. Συνδέεται με κάτι που ονομάζεται μαγνητοθερμικό φαινόμενο, γνωστό από το 1917, και βγήκε στην επιφάνεια όταν κορυφώθηκε ο ανταγωνισμός των προχωρημένων επιστημονικών εργαστηρίων για να προσεγγίσουν στο λεγόμενο «απόλυτο μηδέν», στους -273 βαθμούς Κελσίου, και στη δημιουργία, μερικά χιλιοστά του βαθμού πιο πάνω, των υπερρευστών, μιας κατάστασης της ύλης που συμπεριφέρεται «παράλογα» θα λέγαμε, δηλαδή εντελώς διαφορετικά από ό,τι τα ρευστά, υγρά ή αέρια, όταν είναι σε θερμοκρασίες μερικούς τουλάχιστον βαθμούς πιο πάνω από το απόλυτο μηδέν. Το καθένα από τα άτομα συμπεριφέρεται πιο πολύ σαν κύμα και όχι σαν να ήταν σωματίδιο, και όλα μαζί πορεύονται «κυματοειδώς» έτσι ώστε ένα υπερρευστό να διαρρέει και από τους πόρους ενός μεταλλικού δοχείου. Όταν

μάλιστα άρχισε να υπάρχει η σιγουριά, γύρω στο 1995 περίπου, ότι πραγματικά μπορούν να δημιουργηθούν στο εργαστήριο αυτά τα υπερρευστά, και το πλησίασμα στο απόλυτο μηδέν απαιτούσε όλο και μεγαλύτερες προσπάθειες και πολυπλοκότερες πειραματικές διατάξεις, ώστε μόνο ιδρύματα όπως το MIT και το Πανεπιστήμιο του Κολοράντο μπορούσαν να φθάνουν στα χιλιοστά του βαθμού πριν από τους -273,15 βαθμούς Κελσίου, οι ερευνητές ψάχτηκαν πολύ. Εκεί λοιπόν, παλεύοντας και για τα ψίχουλα, στα 0,3 του βαθμού πάνω από το απόλυτο μηδέν, εκτός από την υπερμοντέρνα ψύξη με ακτίνες λέιζερ χρησιμοποιήθηκε μια παλιά γνώση, για την αδιαβατική απομαγνήτιση που προκαλεί ψύξη. Στα βιβλία αναφέρεται ως μαγνητοθερμικό φαινόμενο (Magnetocaloric Effect) και ήταν παρατηρημένο ήδη από το 1917 [14]. Ένα κατάλληλο υλικό μαγνητίζεται και στη συνέχεια περνάει από μια περιοχή όπου κατά ένα ποσοστό απομαγνητίζεται αδιαβατικά, δηλαδή χωρίς να γίνει ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον χάρη στην εξαιρετική μόνωση που του εξασφαλίζεται. Τότε τα άτομα, σαν να έμειναν ξαφνικά πιο ελεύθερα, αρχίζουν να παίρνουν διάφορους προσανατολισμούς, αντλώντας ενέργεια από το εσωτερικό του υλικού (κατά μικρές ποσότητες που είναι γνωστές ως φωνόνια). Αυτό όμως, όπως είναι λογικό, έχει ως αποτέλεσμα το να χάνει ενέργεια το υλικό, άρα να ψύχεται. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται, οδηγώντας το σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Και ένα από τα πιο κατάλληλα υλικά για αυτό μέσα στα χρόνια αποδείχθηκε πως είναι ένα κράμα νικελίου και πρασεοδυμίου ($PrNi_5$), που επέτρεψε να φθάσουν και στο χιλιοστό του βαθμού πάνω από το απόλυτο μηδέν.

Γιατί το είπαν έτσι

Δύο λέξεις με ελληνική ρίζα επιστρατεύθηκαν για να δοθεί όνομα σε ένα στοιχείο που παίδεψε αρκετά τους ερευνητές ώσπου να εμφανιστεί. Με κάποια διάθεση για αστεία σχολιάστηκε ότι ο σουηδός χημικός Καρλ Μουσάντερ (1797-1858), αναγγέλλοντας το 1841 την εύρεση ενός «στοιχείου» από δείγματα ορυκτών με το όνομα ceria, το ονόμασε διδύμιο διότι η σύζυγός του είχε φέρει στον κόσμο δύο φορές δίδυμα. Ίσως υπήρχε και κάποια ειρωνεία σε αυτό σχετικά με το ότι εκεί μέσα, σε ό,τι νόμιζε πως ήταν ένα ή δύο στοιχεία στο δείγμα, βρέθηκαν περισσότερα. Η αλήθεια είναι ότι ο ίδιος ο Μουσάντερ κατάφερε και ξεχώρισε δύο, το λανθάνιο και το «διδύμιο». Και η πλάνη αυτή με το διδύμιο είχε διάρκεια λίγο περισσότερο από 40 χρόνια. Ώσπου ο Αυστριακός Καρλ Αουερ, ο οποίος αργότερα απέκτησε και τον τίτλο του βαρόνου του Βάισμπαχ, πηγαίνοντας στη Χαϊδελβέργη να εργαστεί δίπλα στον διάσημο τότε (από τον λύχνο αερίου) Ρόμπερτ Μπούνσεν, μεγάλο δάσκαλο των χημικών της εποχής, υποχρεώθηκε ακριβώς από τον δάσκαλο αυτόν να ψάξει ξανά τα παλιά δείγματα διδυμίου και ανακοίνωσε τον Ιούνιο του 1885 στην Ακαδημία Επιστημών της Βιέννης ότι το αποτελούσαν δύο άλλα στοιχεία, το νεοδύμιο και το πρασεοδύμιο. Όπου το τελευταίο αυτό ως προς το όνομά του φτιάχτηκε από δύο λέξεις με ελληνική ρίζα, τις λέξεις «δίδυμος» και «πράσινο» (που είναι αγνώστου καταγωγής στα ελληνικά), διότι το οξείδιό του όταν θερμαινόταν εξέπεμπε ακτινοβολία στην περιοχή μεταξύ του πρασίνου και του κιτρίνου.

Μόλις το 1931 κατάφεραν να πάρουν πρασεοδύμιο σε καθαρή μορφή.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός: 59

Ατομικό βάρος: 140,9

Σημείο τήξης: 931^{o}C

Σημείο ζέσης: 3.510^{o}C

Πυκνότητα: 6,8 gr/cm^{3}

Αριθμός ισοτόπων: 39

Πόλεμος και ειρήνη

Το πρασεοδύμιο, αντίθετα από ό,τι θα πίστευε κάποιος άσχετος με το θέμα, δεν είναι και τόσο σπάνιο (ο ψευδάργυρος, για παράδειγμα, είναι σπανιότερος) αλλά βρίσκεται μαζί με άλλα στοιχεία της οικογένειας των λανθανιδών στα ορυκτά μοναζίτης και μπαστνεσίτης, με κύριες χώρες παραγωγής την Κίνα, τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ινδία, την Αυστραλία, τη Βραζιλία, τη Γροιλανδία. Από τη βιομηχανική επεξεργασία των ορυκτών προκύπτει το οξείδιο του στοιχείου αυτού, με την ετήσια ποσότητα παραγωγής να ανέρχεται σε περίπου 6.000 τόνους.

Μαζί με το μαγνήσιο δίνει ένα κράμα που χάρη στην αντοχή του χρησιμοποιείται στους κινητήρες των αεροπλάνων. Θα το βρούμε όμως και στους προβολείς που χρησιμοποιούνται όταν χρειάζεται δυνατό φως κατά τη διάρκεια γυρίσματος ταινιών, με τη μορφή καθαρού μετάλλου. Δίνει στα υαλώματα της κεραμικής το κίτρινο χρώμα, ενώ στις ψεύτικες πέτρες από κρύσταλλο που ονομάζεται κυβική ζιρκονία η πρόσμειξή του δίνει κιτρινοπράσινες ανταύγειες.

Μία από τις πιο χαρακτηριστικές εφαρμογές είναι στα γυαλιά προστασίας από την έντονη λάμψη ανθρώπων που ασχολούνται με τις οξυγονοκολλήσεις και το φύσημα του γυαλιού.

Μια πιο σύγχρονη εφαρμογή των ιδιοτήτων του στοιχείου αυτού και της οικογένειας των λανθανιδών γενικότερα έχουμε στους ενισχυτές με οπτικές ίνες. Δηλαδή λεπτότατα νήματα με έναν κεντρικό αγωγό από γυαλί ντοπαρισμένο με κάποιο στοιχείο από την ομάδα των λανθανιδών και στην περίπτωσή μας με πρασεοδύμιο, περιβαλλόμενο από γυαλί με χαμηλό δείκτη διαθλάσεως και ένα εξωτερικό προστατευτικό κάλυμμα από πλαστικό πολυμερές. Ρίχνοντας φως στον ντοπαρισμένο κεντρικό αγωγό διεγείρονται τα άτομά του που ανήκουν στο πρασεοδύμιο και επιστρέφοντας στην αρχική κατάσταση εκπέμπεται φως συγκεκριμένου μήκους κύματος. Αυτό μαζί με απόλυτα συγκεντρωμένο οπτικό σήμα από ένα ή δύο λέιζερ συμπορεύεται μέσα από οπτική ίνα ως τον επόμενο σταθμό.

Όποιος ανακατεύεται με τις φωτιές πρέπει να έχει γυαλιά με πρασεοδύμιο;

Κατ' αρχάς υπάρχουν φωτιές και φωτιές. Άλλη είναι η φωτιά του ηλεκτροσυγκολλητή και άλλη η φωτιά του υαλουργού. Τα προστατευτικά γυαλιά που προσφέρονται για όποιον φυσάει το γυαλί (αν και υπάρχουν πολλά βίντεο όπου οι μεγάλοι καλλιτέχνες στις επιδείξεις που διοργανώνουν οι διάφορες εταιρείες, κακώς βέβαια, δεν φορούν τίποτε) περιέχουν διδύμιο, δηλαδή το μείγμα ενός οξειδίου του πρασεοδυμίου με νεοδύμιο. Έχει συζητηθεί αν και όσοι ασχολούνται με την κεραμική ή τη συγκόλληση μετάλλων πρέπει να φορούν τα ίδια γυαλιά. Το γυαλί ως υλικό όταν θερμαίνεται, επειδή περιέχει νάτριο, εκπέμπει κίτρινη ακτινοβολία με μήκος κύματος στα 589 νανόμετρα, το γνωστό και σαν yellow flare. Αυτό συμπίπτει με την ικανότητα του πρασεοδυμίου να μην αφήνει να περάσουν οι ακτίνες σε αυτό το μήκος κύματος, επειδή απορροφά ακτινοβολίες που έχουν περίπου το ίδιο μήκος κύματος. Έτσι η βλαβερή κίτρινη ακτίνα δεν φθάνει στο μάτι, αλλά περνούν ανεμπόδιστα οι ακτίνες γύρω από αυτήν, οπότε δεν δυσκολεύεται η όραση του τεχνίτη. Αντίστοιχη κίτρινη ακτίνα εκπέμπεται και κατά τη συγκόλληση αλουμινίου, αλλά εκεί, επειδή υπάρχει μαζί και εκπομπή υπέρυθρης ακτινοβολίας, πρέπει να χρησιμοποιούνται γυαλιά που κόβουν ακτινοβολίες με μήκη κύματος στην περιοχή του υπερύθρου. Τέλος στην ηλεκτροσυγκόλληση, όπου υπάρχει εκπομπή και υπεριωδών ακτίνων, πρέπει η προστασία να είναι ανάλογη και εκεί τα γυαλιά που έχουν μόνο διδύμιο παρέχουν προστασία μόνο γύρω στο 80%.

2.1.4 Νεοδύμιο (Nd)



Ετος 1992. Ο τότε πρόεδρος της Κίνας Deng Xiaoping καυχιόταν: «Η Μέση Ανατολή έχει πετρέλαιο, η Κίνα έχει τις "σπάνιες γαίες"». Περισσότερο και από το 90% των ορυκτών αυτών που συλλογικά ονομάζονται στη Χημεία Σπάνιες Γαίες βρίσκονται στο έδαφος της Κίνας. Περισσότερο από το μισό προέρχεται από ένα μόνον ορυχείο που βρίσκεται στην ονομαζόμενη Εσωτερική Μογγολία. Οι Σπάνιες Γαίες εμφανίζονται συνήθως όλα μαζί σε διάφορα ορυκτά, γι' αυτό παλαιότερα οι χημικοί είδαν κι έπαθαν να τα ξεχωρίσουν και να τα παίρνουν το καθένα χωριστά σε καθαρή μορφή και τώρα χρησιμοποιούνται μερικά από αυτά ως βασικοί δομικοί λίθοι των υλικών νέας τεχνολογίας. Από τις αναφερόμενες σπάνιες γαίες πρωταγωνιστικό ρόλο στη δημιουργία εξαρτημάτων για νέα μηχανήματα παίζει το νεοδύμιο. Και ο πιο γνωστός τομέας είναι οι μαγνήτες. Από τους σκληρούς δίσκους των υπολογιστών ως τις ανεμογεννήτριες και τα υβριδικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται μαγνήτες με βασικό συστατικό το νεοδύμιο. Τόσο που έχουν διατυπωθεί φόβοι πως

κάποια στιγμή η Κίνα θα μπορούσε, προχωρώντας σε περιορισμούς εξαγωγών των μετάλλων από τις σπάνιες γαίες, να φέρει σε δύσκολη θέση εταιρείες κατασκευής και ολόκληρες χώρες αντίστοιχα, όπως είναι η Ιαπωνία και όπως συνέβη για λίγο το 2009.

Τώρα σειρά έχει η απάντηση στο ερώτημα: τι κάνει τους μαγνήτες από νεοδύμιο ξεχωριστούς; Οι συνηθισμένοι μαγνήτες έλκουν αντικείμενα από σίδηρο, νικέλιο, κοβάλτιο. Αυτά τα στοιχεία έχουν ένα ηλεκτρόνιο στην πιο εξωτερική τροχιά τους και αυτό που ονομάζουμε «περιστροφή γύρω από τον εαυτό του ή ιδιοπεριστροφή (spin)» επηρεάζεται από το μαγνητικό πεδίο του μαγνήτη. Διευθετούνται αυτές οι περιστρεφόμενες τροχιές έτσι ώστε να έχουν τον ίδιο προσανατολισμό και η συλλογική αυτή σύμπνοια κάνει το αντικείμενο να έλκεται από τον μαγνήτη. Οι μαγνήτες νεοδυμίου είναι στην πραγματικότητα κράματα από νεοδύμιο, σίδηρο και βόριο (Nd2 Fe14 B). Αυτό το μόριο επιβάλλει μια διάταξη στο κρυσταλλικό πλέγμα του υλικού που ονομάζεται υψηλής Αξονικής Μαγνητοκρυσταλλικής Ανισοτροπίας και πιο απλά, αυτό σημαίνει ότι τα άτομα προσανατολίζονται ακόμη πιο αυθόρμητα και σε μεγαλύτερη πλειοψηφία προς μια κατεύθυνση χαρίζοντας ισχυρή ελκτική δύναμη σε ένα κομμάτι αυτού του κράματος. Τόση που αυτός ο μαγνήτης να γίνεται ως και επικίνδυνος [15].

Γιατί το είπαν έτσι

Το στοιχείο αυτό ανακαλύφθηκε από τον Αυστριακό Carl Auer που αργότερα αναγορεύθηκε σε βαρόνο του Welsbach. Πηγαίνοντας στη Χαϊδελβέργη το 1880 για να συμπληρώσει τις σπουδές του συνάντησε τον διάσημο τότε χημικό Robert Bunsen που τον προέτρεψε να εξετάσει κάποια δείγματα που ο ίδιος ο Auer είχε καταφέρει να συγκεντρώσει. Έτσι, το 1885 ήταν σε θέση να ανακοινώσει ότι από ένα μείγμα στοιχείων που ανήκαν στις σπάνιες (τότε) γαίες κατάφερε να διακρίνει με τη μορφή των οξειδίων τους δυο πολύ δύσκολα στον διαχωρισμό τους στοιχεία που το ένα ονόμασε νεοδύμιο (από τις ελληνικές λέξεις νέος και δίδυμος) και το άλλο πρασεοδύμιο (από τις ελληνικές λέξεις πράσινος και δίδυμος).

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός: 60

Ατομικό βάρος: 144.24

Σημείο τήξης: 1.021^{o}C

Σημείο ζέσης: 3.070^{o}C

Αριθμός ισοτόπων: 38

Πόλεμος και ειρήνη

Το 1982 η General Motors και η Sumitomo Special Metals ερευνώντας χωριστά και ψάχνοντας εναλλακτική λύση σε σχέση με τους ακριβούς μαγνήτες από σαμάριο-κοβάλτιο (SmCo), κατέληξαν στη δημιουργία ενός κράματος με τα χαρακτηριστικά Nd2Fe14B. Από τότε άρχισε η επικράτηση των μαγνητών με βασικό στοιχείο το

νεοδύμιο. Και σήμερα έχουμε έναν ακήρυκτο πόλεμο όπου η Κίνα έχει γίνει ο βασικός παραγωγός τέτοιων μαγνητών και κρατάει στα χέρια της όλο το εμπόριο. Χρήσιμο είναι με την ευκαιρία να έχουμε μια ιδέα για την ειδική σήμανση που δίνει κωδικοποιημένα κάποια στοιχεία των μαγνητών αυτών. Βασικό στοιχείο είναι η αποθηκευμένη ενέργεια στον μαγνήτη και έχουμε διαβαθμίσεις από N35 ως και N52. Επίσης, παράλληλα, εμφανίζεται και μια άλλη σήμανση όπου ένας αριθμός είναι μπροστά και ακολουθούν ένας ή δύο χαρακτήρες. Από M που δηλώνει θερμοκρασία Curie 100 βαθμών Κελσίου ως EH που αντιστοιχεί σε 200 βαθμούς Κελσίου ενδιάμεσα εμφανίζονται οι σημάνσεις: H, SH, UH. Η θερμοκρασία Curie μας δείχνει σε πόσους βαθμούς ο μαγνήτης παύει να έχει αυτόνομα μαγνητικές ιδιότητες και για να συνεχίσει να συμπεριφέρεται σαν μαγνήτης απαιτείται κάποιο εξωτερικό πεδίο.

Τώρα πια τους βρίσκουμε σε αυτοματισμούς κλεισίματος παραθύρων και θυρών, αντλίες καυσίμων, ανεμογεννήτριες. Σε αυτές τις τελευταίες απαιτούνται πολύ δυνατοί μαγνήτες και υπολογίζεται πως χρειάζεται να έχουν μάζα από 700 κιλά ως 1 τόνο οι μαγνήτες για κάθε Μεγαβάτ που παράγουν!

2.1.5 Σαμάριο (Sm)



Είναι σίγουρα παράδοξο το WWF (World Wildlife Fund), η παγκόσμια αυτή οργάνωση που θέλει να βρίσκεται στην πρώτη γραμμή σε ό,τι έχει σχέση με την προστασία της πανίδας επάνω στη Γη, να βραβεύει έναν άνθρωπο που η εφεύρεσή του ήταν νέου τύπου αγκίστρια ψαρέματος! Και όμως αυτό συνέβη, αλλά βέβαια οι άνθρωποι του WWF δεν τρελάθηκαν δίνοντας ένα από τα βραβεία τους, το σχετικό με νέα εξαρτήματα, για το 2006, στην εταιρεία Shark Defense και τον ιδρυτή της Eric Stroud. Ο κ. Stroud για χρόνια έψαχνε να βρει την ουσία που θα μπορούσε να κρατήσει μακριά τους καρχαρίες από τους ανθρώπους αλλά και από τα αγκίστρια των ψαράδων. Είχε εγκαταστήσει μικρές δεξαμενές στο σπίτι του, σε ένα από τα νησιά Μπαχάμες, όπου συντηρούσε μικρούς καρχαρίες και έκανε πειράματα. Είχε βρει ότι απέφευγαν το σάπιο κρέας καρχαρία, αλλά πώς θα μπορούσε να πουληθεί ένα τέτοιο προϊόν όχι τόσο στους ψαράδες αλλά στους κολυμβητές; Μια ημέρα κατά σύμπτωση έπεσε μέσα σε μία από τις δεξαμενές κάποιος μεγάλος μαγνήτης φτιαγμένος από ένα σχετικά σπάνιο κράμα, με το σαμάριο να είναι ένα από τα στοιχεία του κράματος. Τότε έκπληκτοι όλοι εκεί γύρω διαπίστωσαν ότι ο μαγνήτης γινόταν φράγμα για τους καρχαρίες και μόλις έφθαναν σε μια απόσταση από αυτόν έκαναν στροφή 180 μοιρών και απομακρύνονταν όσο πιο γρήγορα μπορούσαν.

Έπειτα από αυτή την πρώτη διαπίστωση ο Stroud σκέφθηκε να κατασκευάσει αγκίστρια με τέτοιο μαγνητικό υλικό ώστε όταν οι ψαράδες δόλωναν με μεγάλα κομμάτια άλλων ψαριών να μην πλησιάζουν οι καρχαρίες και έτσι να ελαττωθούν σημαντικά οι απώλειες και των μεν και των δε [16]. Γι' αυτό άλλωστε και βραβεύθηκε από το WWF.

Γιατί το είπαν έτσι

Το σαμάριο είναι μέταλλο και ένα από τα 15 στοιχεία με τόσες ομοιότητες μεταξύ τους που αποτελούν μια ιδιαίτερη ομάδα μέσα στον Περιοδικό Πίνακα Στοιχείων και ονομάζονται λανθανίδες ή σπάνιες γαίες με ατομικούς αριθμούς από το 57 ως το 71. Οι ομοιότητές τους είναι που δυσκόλεψαν τους χημικούς να ξεχωρίσουν τα στοιχεία αυτά, εκεί προς το τέλος του 19ου αιώνα, όταν μέσα από τα δείγματα διαφόρων μεταλλευμάτων ξεπηδούσαν νέα στοιχεία. Το 1839 ο Καρλ Γκούσταφ Μοσάντερ είχε ταυτοποιήσει, όπως πίστευε, δύο νέα ευρήματα στο ίδιο δείγμα: λανθάνιο και κάτι που το ονόμαζε διδυμία. Από την ελληνική λέξη βέβαια που πρόδιδε ότι υπήρχε η υποψία για την ύπαρξη δύο τουλάχιστον ουσιών στο δείγμα. Αυτό επιβεβαιώθηκε αργότερα, το 1879, από τον Γάλλο Π. ντε Μπουαμποντράν, διότι το φάσμα του διέφερε λίγο ως προς το φάσμα του ορυκτού-δείγματος, ανάλογα με το από πού ερχόταν κάθε φορά. Έφτιαξε λοιπόν μια ένωση της διδυμίας με νιτρική ρίζα, πρόσθεσε υδροξείδιο του αμμωνίου και παρατήρησε πως το ίζημα από την αντίδραση προέκυπτε σε δύο στάδια. Απομόνωσε ό,τι έπαιρνε από το πρώτο και βρήκε ότι ήταν το υδροξείδιο ενός νέου στοιχείου που επειδή το δείγμα προερχόταν από το ορυκτό σαμαρσκίτης πήρε το όνομα σαμάριο. Ο σαμαρσκίτης είχε πάρει πιο πριν το όνομά του από έναν ρώσο γεωλόγο, τον Βασίλι Σαμάρσκι-Μπούκχοβετς (1803-1870), που ήταν μηχανικός του Στρατού και είχε μεσολαβήσει να φθάσουν στην Ευρώπη δείγματα του πετρώματος αυτού από τα Ουράλια όρη στα χέρια ενός γερμανού γεωλόγου, του Γκούσταβ Ρόζε. Έτσι ο Σαμάρσκι, χωρίς να έχει συμμετάσχει στην όλη έρευνα, έχει απαθανατιστεί στον Πίνακα των Στοιχείων.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός: 62

Ατομικό βάρος: 150,36

Σημείο τήξης: 1.077^{o} C

Αριθμός ισοτόπων: 38

Πόλεμος και ειρήνη

Η Κίνα είναι ο πιο σημαντικός παραγωγός, όπου από το ορυκτό μοναζίτης παράγονται περίπου 1.300 τόνοι τον χρόνο τριοξειδίου του σαμαρίου. Η κύρια χρήση του είναι στην κατασκευή μαγνητών από κράμα σαμαρίου -κοβαλτίου, που είναι 10.000 φορές πιο ισχυροί από αντίστοιχους κατασκευασμένους από σίδηρο και αντέχουν σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 700 βαθμών Κελσίου. Όντας τόσο ισχυροί επέτρεψαν την κατασκευή πολύ μικρών σε διαστάσεις μικροφώνων αλλά και ακουστικών, αυτών που εδώ

ονομάζουμε και «ψείρες» και μας επιτρέπουν να ακούμε μουσική ή προγράμματα οπουδήποτε βρεθούμε. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης πολύ σαν μαγνήτες-αισθητήρες των δονήσεων σε διάσημες ηλεκτρικές κιθάρες όπως οι Fender, ενώ τώρα πιο πολύ τους συναντάς σε συσκευές μικροκυμάτων, εκεί όπου η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 700 βαθμούς.

Υπάρχει εξήγηση για την αποστροφή αυτή των καρχαριών προς τους μαγνήτες και ιδιαίτερα με το σαμάριο;

Οι καρχαρίες είναι προικισμένοι με τη λεγόμενη ηλεκτροευαισθησία, έχουν δηλαδή την ικανότητα να ανιχνεύουν με το σώμα τους ηλεκτρικά ρεύματα που κυκλοφορούν μέσα στο νερό. Το κέντρο αυτής της αίσθησης βρίσκεται στο ρύγχος τους και κάτω από το σαγόνι. Εκεί, σε μια κοντινή φωτογραφία, μπορεί ο καθένας να δει κάτι μικρές οπές, γύρω στις 1.500, που ονομάζονται αμπούλες του Λορεντζίνι. Είναι γεμάτες με ένα ζελατινώδες ρευστό, όπως αυτό που βάζει ο γιατρός στο σώμα του εξεταζομένου όταν πρόκειται να χρησιμοποιήσει κάποιο ηλεκτρόδιο συνδεδεμένο με μηχάνημα, για να αυξήσει την αγωγιμότητα στην επαφή. Στον πυθμένα των οπών αυτών εκφύονται τριχίδια όπως αυτά στο εσωτερικό του αφτιού μας. Αυτά είναι ευαίσθητα στα ηλεκτρικά ρεύματα και με τη σειρά τους προκαλούν τον ερεθισμό του εγκεφάλου από νευροδιαβιβαστές. Εχει παρατηρηθεί ότι ο καρχαρίας όταν κυνηγάει μπορεί να καταλάβει την ύπαρξη δονήσεων από παλλόμενους μυς σε απόσταση πολλών μέτρων και έτσι να ξέρει ότι κάπου εκεί γύρω βρίσκεται υποψήφιο θύμα. Προχωρεί και φθάνει σε απόσταση ενός περίπου μέτρου από το θήραμά του και τότε καλύπτει εντελώς τα μάτια του και οδηγείται πλέον μόνο από τα ηλεκτρικά σήματα. Σε πειράματα που έγιναν, κρατώντας δίπλα σε ένα κομμάτι κρέας μια ηλεκτρισμένη ράβδο, παρατήρησαν ότι ο καρχαρίας την τελευταία στιγμή προτιμούσε να επιτεθεί στην ηλεκτρισμένη ράβδο. Ετσι κατέληξαν στο ότι ο ισχυρός μαγνήτης με το σαμάριο αποπροσανατολίζει την κρίσιμη στιγμή τον καρχαρία και τον μπερδεύει. Είναι σαν να ανάβεις ξαφνικά μέσα στο σκοτάδι ένα δυνατό φως στα μάτια ενός κυνηγού τη στιγμή που είναι έτοιμος να πυροβολήσει.

Πώς ακριβώς λειτουργεί αυτή η ηλεκτροευαισθησία;

Κάθε μυϊκός παλμός δημιουργεί ένα αντίστοιχο ηλεκτρικό ρεύμα. Ετσι λειτουργούν τα μηχανήματα που κάνουν το ηλεκτροκαρδιογράφημα. Στον αέρα δεν έχουμε τέτοια αγωγιμότητα όπου να ανιχνεύονται εύκολα αυτά τα ρεύματα. Στο θαλασσινό νερό, εξαιτίας του αλατιού που εκεί έχει διασπαστεί σε δύο φορτισμένα στοιχεία, τα ιόντα νατρίου και χλωρίου, η κίνηση των μυών του θύματος μπορεί να δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα και αυτό προσανατολίζεται προς τον καρχαρία μέσω του αγώγιμου θαλασσινού νερού όταν υπάρχει μια έστω και ελάχιστη διαφορά τάσης με τα κύτταρά του. Λέγεται ότι μπορεί να ανιχνεύσει ως και 1 εκατομμυριοστό του βολτ. Έχει παρατηρηθεί ότι σε περιπτώσεις διάσωσης από επιθέσεις καρχαριών αυτοί συνεχίζουν να επιτίθενται μόνο στο θύμα (και όχι στον διασώστη) διότι αιμορραγεί και το αίμα περιέχει αυξημένη ποσότητα αλατιού!

2.1.6 Ευρώπιο (Eu)



Είναι σχεδόν μια χριστουγεννιάτικη ιστορία αυτή που θα διηγηθούμε στη συνέχεια, αλλά έχει σχέση και με την Ευρωπαϊκή Ενωση, όπου θα κρατήσουμε το σκήπτρο της προεδρίας για λίγους μήνες και στα δικά μας χέρια από 1ης Ιανουαρίου. Πρωταγωνιστές οι ολλανδοί ερευνητές κκ. Suyver και Meijering, ενώ στη σκηνή, αλλά λίγο πιο πίσω, εμφανίζεται χωρίς τη θέλησή της και η Ευρωπαϊκή Τράπεζα. Κάποια Χριστούγεννα όπως τώρα, πριν από μια δεκαπενταριά χρόνια περίπου, πιάναμε στα χέρια μας τα πρώτα ευρώ, μεταλλικά και χαρτονομίσματα, με κάποιο δέος είναι η αλήθεια. Χωρίς φυσικά να γνωρίζουμε και πολλά για το πώς ήταν κατασκευασμένα, κυρίως όποια ήταν χάρτινα. Και ακόμη λιγότερο ήταν γνωστά τα μέτρα που είχαν ληφθεί ώστε να μην είναι εύκολη η παραχάραξή τους. Βλέπουμε όμως καθημερινά - και σήμερα - στα καταστήματα να λειτουργούν κάποια μηχανήματα που ρίχνουν ένα φως για τον έλεγχο της γνησιότητας. Οι ολλανδοί ερευνητές που εργάζονταν στο Τμήμα Χημείας στο Πανεπιστήμιο της Ουτρέχτης, επειδή είχαν ασχοληθεί με τη φασματοσκοπία, ήξεραν ότι το ευρώπιο όταν φωτιστεί με τις κατάλληλες ακτίνες και στη συνέχεια αφεθεί να... ηρεμήσει εκπέμπει φως και για αρκετό χρόνο σε κάποιο διαφορετικό και καθόλου συγκεχυμένο μήκος κύματος. Όταν λοιπόν φώτισαν κατάλληλα ένα χαρτονόμισμα των 5 ευρώ κατάλαβαν ότι στα μελάνια που είχαν χρησιμοποιηθεί υπήρχε και ευρώπιο. Και μάλιστα μαζί με διάφορες σύμπλοκες ενώσεις, όπως λέγονται, ώστε να εκπέμπονται και το πράσινο και το μπλε. Μόνο που η ολλανδική κρατική τράπεζα και η Ευρωπαϊκή Τράπεζα αρνήθηκαν να επιβεβαιώσουν την εργασία των δύο ερευνητών όταν αυτή δημοσιεύθηκε [17]. Το μυστήριο έγινε λίγο μεγαλύτερο όταν μερικοί αναρωτήθηκαν γιατί οι δύο ερευνητές δημοσιοποίησαν το ότι δεν έλαβαν την ανταπόκριση που περίμεναν. Επίσης γράφτηκε ότι κάποιος αξιωματούχος της τράπεζας είχε περάσει σε παλαιότερη χρονικά στιγμή από το εργαστήριό τους και είχε ενημερωθεί για τα φάσματα διαφόρων στοιχείων. Έτσι βγήκαν κάποιες φήμες ότι τελικά ήταν οι ίδιοι που έδωσαν πληροφορίες για τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το ευρώπιο ως φύλακας της ακεραιότητας του ευρώ, αλλά δεν άντεξαν να παραμείνουν εντελώς άγνωστοι [18]. Πάντως το στοιχείο αυτό είναι σίγουρο ότι φυλάει το ευρώ από την παραχάραξη αλλά όχι βέβαια από τα άλλα κακά που παραμονεύουν στις αγορές.

Γιατί το είπαν έτσι

Υπάρχουν μερικά στοιχεία που έχουν πάρει το όνομά τους από χώρες, όπως το πολώνιο, αλλά το ευρώπιο πήρε το όνομά του καθαρά από την ευρωπαϊκή ήπειρο, που και αυτή πήρε το όνομά της από την Ευρώπη, κόρη του μυθικού βασιλιά της Φοινίκης

Αγήνορα. Και, ως γνωστόν, την ερωτεύθηκε ο Δίας που μεταμορφώθηκε σε ταύρο για να την απαγάγει. Το 1901 επιτέλους στο Παρίσι ο υπομονετικός Demarçay, ένας άνθρωπος που ήξερε να διαβάζει τα φάσματα των στοιχείων όπως ο μαέστρος την παρτιτούρα, κατόρθωσε έπειτα από πέντε χρόνια να απομονώσει το νέο στοιχείο, ανακατεμένο με άλλα γνωστά και αξεχώριστο σχεδόν σε ένα δείγμα από σπάνιες γαίες. Και ονόμασε το στοιχείο αυτό ευρώπιο.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	63
Ατομικό βάρος:	151.964
Σημείο τήξης:	822^{o}C
Σημείο ζέσης:	1.597^{o}C
Αριθμός ισοτόπων:	38

Ένα από αυτά, το ευρώπιο, που βρίσκεται σε αναλογία 48% σε σχέση με τα υπόλοιπα, βρέθηκε ότι είναι ραδιενεργό με χρόνο ημιζωής 5 δισεκατομμυρίων ετών ή, πιο παραστατικά, σε ένα γραμμάριο από αυτό κάθε ημέρα μόλις ένα άτομο το πολύ υφίσταται μετασχηματισμό σε ένα άλλο στοιχείο εκπέμποντας ταυτόχρονα και ακτινοβολία. Δηλαδή, δεν έχουμε να κάνουμε με κάποιο επικίνδυνα ραδιενεργό ισότοπο και κατ' επέκταση στοιχείο.

Είναι εύφλεκτο σε θερμοκρασία 180 βαθμών Κελσίου και πρέπει να διατηρείται μέσα σε κάποιο ελαιώδες υγρό γιατί εύκολα αναφλέγεται στον αέρα.

Πόλεμος και ειρήνη

Είναι μέταλλο και ανήκει στην ομάδα των σπάνιων γαιών. Ήδη γίνεται αρκετά μεγάλη συζήτηση για την οικονομική δύναμη που αποκτούν χώρες με πλούσιο σε σπάνιες γαίες υπέδαφος όπως είναι η Κίνα, η Βολιβία και χώρες της Αφρικής. Η παραγωγή καθαρού ευρωπίου υπολογίζεται ότι είναι περίπου 270 τόνοι τον χρόνο και αυτό προκύπτει από τη θέρμανση σε κατάλληλες συνθήκες οξειδίου του ευρωπίου.

Χρησιμοποιήθηκε επίσης για την παραγωγή ερυθρού φωτός σε τηλεοπτικές οθόνες παλαιότερης τεχνολογίας. Τότε που το κόκκινο ήταν πολύ πιο «ζωηρό» από τα αντίστοιχα μπλε και πράσινα στοιχεία και ήταν αναγκασμένοι να κρατούν τις εντάσεις χαμηλά, άρα και η εικόνα να μην είναι αρκετά έντονη. Με τη βοήθεια όμως του ευρωπίου, που έδινε ένα καλό και όχι ανυπόφορα ζωηρό κόκκινο, οι έγχρωμες τηλεοπτικές εικόνες ζωντάνεψαν. Σήμερα βρίσκουμε ευρώπιο στις λεγόμενες τριχρωματικές λάμπες και στις λάμπες οικονομίας. Βοηθάει ακόμη και το σκληρό φως από τις λάμπες φθορίου να μαλακώνει και να μας φαίνεται πιο ζεστό.

Επίσης, επειδή το ευρώπιο απορροφά εύκολα νετρόνια, χρησιμοποιείται από τους Ρώσους και τους Ουκρανούς κυρίως στις επιβραδυντικές ράβδους που βυθίζονται στην

καρδιά του αντιδραστήρα και ελέγχουν τον αριθμό των σχάσεων ώστε να μην ξεπεραστεί ένας ορισμένος επικίνδυνος ρυθμός.

Πώς του ήρθε του Demarçay να πει το στοιχείο ευρώπιο;

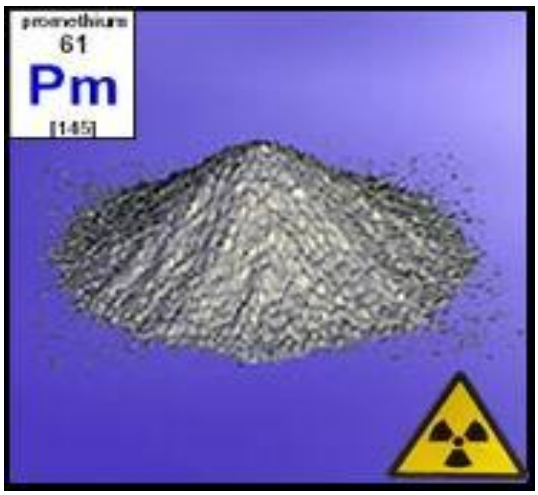
Το πνεύμα της εποχής στη Γαλλία, μόλις άρχιζε ο 20ός αιώνας, ήταν υπέρ μιας ενωμένης Ευρώπης. Πιο πριν, από το 1848, ο Βικτόρ Ουγκό είχε μιλήσει με θέρμη για τις «Ηνωμένες Πολιτείες της Ευρώπης» και ο Ερνέστ Ρενάν το 1882 προέβλεπε ότι τα ευρωπαϊκά έθνη θα αντικατασταθούν από μια πανευρωπαϊκή συνομοσπονδία.

Το ότι βρέθηκε περισσότερο ευρώπιο στη Σελήνη από ό,τι στη Γη δημιούργησε πονοκέφαλο στους επιστήμονες, διότι πιο δύσκολα στέκεται η θεωρία ότι η Σελήνη αποσπάστηκε από τη Γη, οπότε θα έπρεπε να περιέχει το στοιχείο αυτό στην ίδια αναλογία με την οποία το βρίσκουμε στη Γη.

Πως λειτουργούν τα μηχανάκια για τα λεφτά στα καταστήματα;

Τα μηχανάκια για τα λεφτά στα καταστήματα ρίχνουν ένα φως ορισμένης συχνότητας κοντά στην περιοχή του υπεριώδους ή του υπερερύθρου και οι ενώσεις που είναι ανακατεμένες με τα μελάνια των χαρτονομισμάτων δίνουν πίσω ακτίνες με μια πολύ-πολύ συγκεκριμένη συχνότητα. Η ιδέα είναι πως ο παραχαράκτης δεν μπορεί να φτιάξει αυτές τις πολύ σπάνιες ενώσεις (εκτός και αν του τις δώσουν από μέσα).

2.1.7 Προμήθειο (Pm)



Από το 1902 είχαν αρχίσει οι προφητείες για την ύπαρξη ενός στοιχείου που η θέση του θα ήταν ανάμεσα στο νεοδύμιο και στο σαμάριο. Το 1914 ο Χένρι Μόσλεϊ απέδειξε ότι έπρεπε να υπάρχει το στοιχείο με τον αριθμό 61, αλλά δεν το βρήκε σε κάποιο ορυκτό ή στο εργαστήριό του. Άρχισε η ιστορία του να μοιάζει κυριολεκτικά με αυτήν των φαντασμάτων σε κάποιον στοιχειωμένο πύργο. Πολλοί έλεγαν ότι το συνάντησαν αλλά κανείς δεν το είχε «φωτογραφίσει». Το 1924 οι ιταλοί χημικοί Λουίτζι Ρόλα και Λορέντσο Φερνάντες στο τότε Βασιλικό Ινστιτούτο της Φλωρεντίας ανέλυαν δείγματα από το ορυκτό μοναζίτης που τους είχε έλθει από τη Βραζιλία. Εκεί με τη βοήθεια νιτρικού διαλύματος βρήκαν, όπως ήταν αναμενόμενο, διάφορα στοιχεία που ανήκαν στην ομάδα των λανθανιδών, των λεγόμενων τότε και σπανίων γαιών. Προχώρησαν και με διαδοχικές κρυσταλλώσεις έφθασαν να έχουν ένα διάλυμα όπου θα έπρεπε να υπάρχει μόνο σαμάριο. Περνώντας όμως αυτό το διάλυμα από ακτίνες Χ έβρισκαν και άλλες γραμμές εκτός από εκείνες του σαμαρίου. Αυτό ήταν! Κατά τη γνώμη τους είχαν βρει το στοιχείο 61 και αφού το

βρήκαν (αν και δεν το είδαν στην πραγματικότητα) θεώρησαν καλό να το βαφτίσουν φλωρέντιο. Άλλοι τρεις το 1926 ισχυρίστηκαν ότι το εντόπισαν, του έδωσαν το όνομα Ilium από το Ιλινόι των Ηνωμένων Πολιτειών και το 1926 ο Τσαρλς Τζέιμς ερευνώντας με τη βοήθεια ακτίνων-Χ επί 14 χρόνια, αν και ο ίδιος είχε κοιτάξει και εγκρίνει τη δημοσίευση των τριών από το Ιλινόι, αμέσως μετά παρουσίασε τη δική του εργασία σε κάποιο όχι πολύ φημισμένο επιστημονικό έντυπο. Ποιο είναι το μυστικό όλης αυτής της ιστορίας; Οτι πουθενά σε όλες αυτές τις προσπάθειες οι ερευνητές δεν πρέπει να συναντήθηκαν με το προμήθειο [19]! Διότι είναι ένα ραδιενεργό και μόνο ραδιενεργό στοιχείο - δεν διαθέτει δηλαδή φυσικά ισότοπα σταθερά και ελεύθερα έξω στη φύση χωμένα μέσα σε διάφορα ορυκτά - το οποίο έχει τόσο σύντομο χρόνο ημιζωής ώστε και όταν κάποτε δημιουργήθηκε κατά τον σχηματισμό της Γης κατέληξε λόγω της αστάθειάς του να μεταμορφωθεί σε άλλο στοιχείο. Και έτσι σαν ένα άπιαστο φάντασμα του περιοδικού συστήματος στοίχειωνε επί 40 χρόνια διάφορα εργαστήρια σε Ευρώπη και Αμερική [20]. Σήμερα εξακολουθεί το προμήθειο να είναι ένα παράδοξο μέσα στον πίνακα. Πρόκειται για ένα μεταλλικό στοιχείο που βρίσκεται σε μια περιοχή του πίνακα με σταθερά στοιχεία γύρω του και ξαφνικά αυτό εμφανίζεται να δημιουργεί μια νησίδα αστάθειας ως ραδιενεργό.

Γιατί το είπαν έτσι

Μια Αμερικανίδα, η οποία προφανώς είχε εντυπωσιαστεί από τον ελληνικό μύθο για τον Προμηθέα, επέμενε να δοθεί η ονομασία προμήθειο σε ένα στοιχείο που ταλαιπώρησε επί δεκαετίες τους ερευνητές. Όπως αναφέρει εύστοχα ο Ν. Κλούρας στο βιβλίο του «Η ταυτότητα των χημικών στοιχείων» (εκδόσεις Τραυλός): «Επειδή το προμήθειο δεν υπάρχει πουθενά αλλού παρά μόνο στα προϊόντα σχάσης, πήρε το όνομα για να τονιστούν αφενός το θάρρος αλλά και οι δυσκολίες στη σύνθεση νέων στοιχείων, και επίσης μπορεί να αποτελεί έναν υπαινιγμό για τα υπέρ και τα κατά των πυρηνικών αντιδράσεων».

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	72
Ατομικό βάρος:	145
Σημείο τήξης:	1.168^{o}C
Σημείο ζέσης:	2.700^{o}C
Πυκνότητα:	7,2 gr/cm3
Αριθμός ισοτόπων:	38

Ολο το προμήθειο που μπορεί να υπήρχε κάποτε στη Γη κατά τον σχηματισμό της πρέπει να εξαφανίστηκε εξαιτίας της αστάθειάς του, μετατρεπόμενο σε άλλα στοιχεία, από τα πρώτα 10.000 χρόνια της δημιουργίας του πλανήτη.

Πόλεμος και ειρήνη

Δύσκολα βρίσκεται στη Γη, αλλά στο Διάστημα είναι διαφορετικά τα πράγματα. Στο φάσμα, το οποίο αποκαλύπτει με τη μορφή μικρών κάθετων γραμμών σαν να είναι «δακτυλικά αποτυπώματα» την ύπαρξη διαφόρων στοιχείων, οι ερευνητές διέκριναν και την ύπαρξη του στοιχείου προμήθειο στο άστρο HR 465 του γαλαξία της Ανδρομέδας, 2,9 εκατομμύρια έτη φωτός μακριά από εμάς. Αυτό αποδεικνύει ότι σε άλλα σημεία του Σύμπαντος παράγονται ακόμη άφθονα στοιχεία που εδώ στη Γη δεν δημιουργούνται πλέον αυθόρμητα. Αυτό το είχαμε δει και στο τεχνήτιο.

Βασικό χαρακτηριστικό του είναι πως εκπέμπει ακτινοβολία-β, δηλαδή (σε αυτή την περίπτωση) ηλεκτρόνια μεγάλης ταχύτητας που μπορούν προσκρούοντας σε άλλα άτομα με μεγάλο ατομικό αριθμό (δηλαδή πολλά πρωτόνια και νετρόνια) να δώσουν ακτίνες-Χ, οι οποίες δεν είναι και ό,τι καλύτερο για τον άνθρωπο όταν είναι ανεξέλεγκτες.

Το πιο σταθερό από τα (ασταθή) ισότοπά του είναι το προμήθειο-145, με χρόνο ημιζωής 17,7 χρόνια, το οποίο μεταπίπτει στο στοιχείο νεοδύμιο-145 προσλαμβάνοντας ένα ηλεκτρόνιο.

Το προμήθειο βρίσκεται στο κέντρο μιας έρευνας σχετικά με την κατασκευή συσσωρευτών μικρού όγκου και μάζας αλλά μακράς διάρκειας. Επειδή εκπέμπει ακτίνες-β, αυτές μπορεί να κατευθύνονται σε έναν φθορίζοντα στόχο, που σημαίνει ότι με την πρόσκρουση θα δημιουργηθούν φωτόνια. Αυτά με τη σειρά τους θα προσκρούσουν σε κατάλληλες φωτοευαίσθητες επιφάνειες δίνοντας ηλεκτρική ενέργεια κατά το πρότυπο περίπου των φωτοβολταϊκών. Έτσι προκύπτουν μπαταρίες με χρόνο ζωής μεγαλύτερο από πέντε χρόνια. Η συσκευασία τους είναι απλή σχετικά, ανάμεσα σε δύο φύλλα αλουμινίου βρίσκονται η πηγή της ακτινοβολίας-β και η υπόλοιπη διάταξη με πάχος μόλις μερικά εκατοστά, και για μεγαλύτερη ισχύ δημιουργούνται συστοιχίες τοποθετώντας αυτά τα «φακελάκια» το ένα επάνω στο άλλο. Πού χρειάζονται τέτοιες μπαταρίες; Σε δορυφόρους, διαστημόπλοια, τηλεκατευθυνόμενα όπλα, υποβρύχια και συσκευές που μένουν για καιρό στα βάθη των ωκεανών. Μπορεί να έχουν μικρή ισχύ αλλά έχουν μεγάλη πυκνότητα ενέργειας ανά κιλό μάζας. Τα καταλληλότερα υλικά προς το παρόν θεωρούνται το τρίτιο και το προμήθειο. Με το πρώτο έχει επιτευχθεί απόδοση 12% και με το προμήθειο 21%. Έχουν κατασκευαστεί ήδη μπαταρίες που δίδουν τάση στα άκρα τους, σε ανοιχτό κύκλωμα 60 kVolt και ένταση ρεύματος με βραχυκυκλωμένα τα άκρα 6 nanoAmperes.

Χρησιμοποιείται επίσης η εκπομπή της ακτινοβολίας-β στην κατασκευή πολύ ευαίσθητων αισθητήρων για τη μέτρηση του πάχους των χαλυβδοφύλλων αλλά και του χαρτιού. Δίνει επίσης ένα όμορφο μπλε ή πράσινο χρώμα.

Τελικά ποιος βρήκε το προμήθειο και πώς;

Το 1945 τρεις ερευνητές που είχαν εμπλακεί και με τη δημιουργία της ατομικής βόμβας, οι Μαρίνσκι, Γκλεντένιν, Κόριελ, στο Οουκ Ριτζ του Τενεσί, κατάφεραν να απομονώσουν, στα αλήθεια πια, το ισότοπο-147 του στοιχείου 61. Αυτό το κατάφεραν από τα προϊόντα σχάσης του ουρανίου που είχε χρησιμοποιηθεί σε πυρηνικό αντιδραστήρα. Το 1947 έγινε δημοσίευση της εργασίας και ως όνομα προτεινόταν το Clintonium, αφού η εργασία είχε γίνει στα Clinton Laboratories. Αλλά ευτυχώς η Μέρι, η σύζυγος του ενός από τους τρεις, του Κόριελ, είχε μια καλύτερη ιδέα, αυτήν σχετικά με τον μύθο του Προμηθέα.

2.1.8 Έρβιο (Er)



Η «βιοποικιλότητα» των στοιχείων του περιοδικού πίνακα θα πρέπει ήδη να έχει γίνει αισθητή στους αναγνώστες της «Στοιχειώδους ζωής». Εκεί που δεν το περιμένεις, πληροφορείσαι ότι ένα στοιχείο σχεδόν άγνωστο για όποιον είναι απορροφημένος μόνο με τα όσα συμβαίνουν στη χημεία της καθημερινής ζωής έχει μια ιδιότητα που (πρέπει να) σε αφήνει με το στόμα ανοιχτό.

Έτσι συμβαίνει και με το έρβιο. Και το ενδιαφέρον που έχει να μας παρουσιάσει είναι η σχέση του με τις οπτικές ίνες και τις συσκευές λέιζερ. Αρκετά παράδοξη είναι η συμπεριφορά του όταν πέσει επάνω σε ένα δείγμα από το στοιχείο αυτό μια ακτίνα λέιζερ με συγκεκριμένο τρόπο. Διότι τότε αντί να έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας του δείγματος, εξαιτίας της ενέργειας που του μετέφερε η ακτίνα, έχουμε ελάττωση της θερμοκρασίας, έστω και αν αυτή δεν είναι μεγάλη [21]! Είναι έξω από τα συνηθισμένα και τα αναμενόμενα.

Ήταν ερευνητές του βασκικού Πανεπιστημίου του Μπιλμπάο που βρήκαν πριν από δέκα χρόνια, το 2006, ότι αν καταφέρεις να εγκλωβίσεις σε έναν κρύσταλλο φτιαγμένο με άτομα καλίου, μολύβδου και χλωρίου ιόντα ερβίου, δηλαδή άτομα από το στοιχείο έρβιο που έχουν χάσει τρία ηλεκτρόνια, έχεις φτιάξει ένα σύνολο με απροσδόκητη συμπεριφορά. Στέλνεις μιαν ακτίνα λέιζερ με ενέργεια λίγο μικρότερη από αυτήν που απαιτείται για να κάνει το άλμα του ένα ηλεκτρόνιο του ερβίου και να βρεθεί στην πιο επάνω, ενεργειακά, στοιβάδα περιφοράς του γύρω από τον πυρήνα, και να το θαύμα. Είναι δηλαδή δυνατόν αυτό το λίγο που λείπει να βρεθεί και να αντληθεί μέσα από το κρυσταλλικό περιβάλλον και να γίνει το άλμα. Αφαίρεση όμως ενέργειας από το κρυσταλλικό περιβάλλον σημαίνει ότι θα μειωθεί και η θερμοκρασία. Εκεί δεν μένει πολύ το ηλεκτρόνιο και επανέρχεται στην πιο κάτω στοιβάδα όπου βρισκόταν και

σύμφωνα με τους πιο παγιωμένους νόμους της Κβαντικής Φυσικής θα (απο)δώσει στο περιβάλλον τόση ενέργεια όση είναι αυτή που χωρίζει τις δύο στοιβάδες. Αλλά έτσι, συνολικά, φωτίζοντας με την ακτίνα λέιζερ τον κρύσταλλο έχουμε μείωση της θερμοκρασίας του, ενώ το αναμενόμενο είναι να αυξάνεται η θερμοκρασία. Το ίδιο διαπιστώθηκε ότι συμβαίνει και με το υαλώδους υφής φθοροχλωρίδιο. Οι βάσκοι επιστήμονες κατόρθωσαν να φτιάξουν εξαιρετικά καθαρούς κρυστάλλους, απελευθερωμένους από προσμείξεις. Διότι οι προσμείξεις προκαλούν σκέδαση της ακτίνας λέιζερ, δηλαδή διαδοχικές ανακλάσεις και συγκρούσεις με αυτές, και το αποτέλεσμα είναι αύξηση της θερμοκρασίας. Και ας μη φανταστούμε ότι το όλο σκηνικό οδηγεί σε τίποτα τεράστιες μειώσεις της θερμοκρασίας. Μόλις μισό βαθμό για τον πρώτο κρύσταλλο και περίπου τρία τέταρτα του βαθμού για τον δεύτερο. Αν και ο Joaquin Fernandez με την ομάδα του, υπερβάλλοντας λίγο, έκαναν λόγο στο «Physical Review Letters» (2006, 97 033001) για μια μορφή ψυγείου σε συνάρτηση με την όλη διάταξη. Πάντως θα είναι ενδιαφέρον με δεδομένη την ανάμειξη του στοιχείου έρβιο στη μετάδοση και στην ενίσχυση σημάτων μέσα από οπτικές ίνες το αν θα μπορεί ταυτόχρονα να γίνεται στην πορεία και μια μικρή έστω μείωση της θερμοκρασίας.

Γιατί το είπαν έτσι

Το έρβιο ανακάλυψε ο Carl Gustaf Mosander το 1843. Ήταν εκείνη η ένδοξη, για τη Σουηδία αλλά και τη Χημεία, εποχή όπου η γη στο ορυχείο του Ytterby, ενός χωριού κοντά στη Στοκχόλμη, προς τα βορειοανατολικά της πρωτεύουσας, παρουσιαζόταν να περιέχει πρωτοφανή συστατικά, άγνωστα ως τότε στους ερευνητές. Παρά την έλλειψη πολλών ανέσεων οι χημικοί της εποχής είχαν ανακαλύψει ήδη πριν από τέσσερα χρόνια το στοιχείο δημήτριο, και ο ίδιος ο Mosander το στοιχείο λανθάνιο. Χρησιμοποιώντας υδροξείδιο του αμμωνίου ο Mosander κατάφερνε να προκύπτουν ιζήματα από τα δείγματα εδάφους που είχε από το Ytterby. Ετσι κατάφερε να ανακαλύψει, σε ενώσεις βέβαια και όχι καθαρά, τα στοιχεία έρβιο, τέρβιο και υττέρβιο, με φανερή την προέλευση των ονομάτων τους από την τοποθεσία Ytterby.

Μόλις το 1935 οι Klemm και Bommer κατάφεραν να παρασκευάσουν καθαρό μεταλλικό έρβιο.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	68
Ατομικό βάρος:	167,26
Σημείο τήξεως:	1.529^{o}C
Σημείο ζέσεως:	860^{o}C
Πυκνότητα:	9,1 gr/cm3
Αριθμός ισοτόπων:	35

Πόλεμος και ειρήνη

Πρόκειται για μαλακό μέταλλο που αναμειγνύεται με άλλα πιο σκληρά μέταλλα όπως το βανάδιο για να τα κάνει πιο εύκολα επεξεργάσιμα. Παράγονται περίπου 500 τόνοι τον χρόνο με τη μορφή οξειδίου του ερβίου. Επειδή το οξείδιο αυτό απορροφά τις υπερέρυθρες ακτίνες, το προσθέτουν στα προστατευτικά γυαλιά όσων ανθρώπων εργάζονται κοντά σε φλόγες και σε πολύ θερμά περιβάλλοντα. Είναι από παλιά γνωστό ότι το οξείδιο του ερβίου δίνει ένα χαρακτηριστικό ροζ χρώμα όταν ανακατευτεί με τα συστατικά του γυαλιού προτού πάρει την τελική μορφή του. Χρησιμοποιείται ακόμη σε φωτογραφικά φίλτρα για την απορρόφηση των υπέρυθρων ακτίνων και σε γυαλιά ηλίου. Επίσης θα βρούμε έρβιο στις επιβραδυντικές ράβδους για τον έλεγχο των νετρονίων κατά τη σχάση του ουρανίου στους αντιδραστήρες, διότι απορροφά εύκολα τα νετρόνια.

Είναι το έρβιο κάτι σαν γομολάστιχα για τα διάφορα σωματικά τατουάζ;

Δεν μπορεί να ενεργήσει σαν γομολάστιχα διότι το χρώμα των διαφόρων στικτών απεικονίσεων έχει τοποθετηθεί υποδόρια, κάτω δηλαδή από την επιδερμίδα, οπότε ή θα τρίψεις την επιφάνεια του δέρματος με κάτι σαν γυαλόχαρτο για να φθάσεις στο χρώμα ή θα χρησιμοποιήσεις ακτίνες που μπορούν να περάσουν τις πρώτες στοιβάδες του δέρματος σαν να είναι γυαλί και να προσβάλουν τα μόρια των μελανιών.

Με τη βοήθεια μιας συσκευής λέιζερ YAG με έρβιο, αυτός που κάνει επέμβαση στέλνει μιαν ακτίνα που διαπερνά την επιδερμίδα και προσβάλλει τους κόκκους του χρώματος που βρίσκονται από κάτω και τους διασπά. Είναι γνωστό πως τα παλαιότερα τατουάζ εξαλείφονται ευκολότερα, καθώς και αυτά που είναι σκουρόχρωμα και κυρίως φτιαγμένα με μαύρο χρώμα, ενώ από τα πιο δύσκολα διασπώμενα είναι τα πρασίνου χρώματος. Οι μηχανισμοί του σώματος απομακρύνουν όσο γίνεται τα θραύσματα χρώματος που προκύπτουν, αλλά χρειάζονται περισσότερες από μία συνεδρίες για να υπάρξει αισθητό αποτέλεσμα.

2.1.9 Ύττριο (Y)



«Τα πάντα για το ύττριο» έχουμε σήμερα. Αξίζει τον κόπο; Είναι πολλά ή λίγα και ποιος νοιάζεται άραγε να μάθει γι' αυτό το στοιχείο για το οποίο μπορεί και να μην έχει ξανακούσει να γίνεται λόγος; Το ύττριο λοιπόν είναι ένα στοιχείο με ιδιότητες μεταλλικές, άρα είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού. Και «καλός αγωγός» στα μεταλλικά στερεά σημαίνει μια θάλασσα ηλεκτρονίων που να μπορεί να μετακινείται παρακινημένη από ένα

έστω και πολύ μικρό ηλεκτρικό ερέθισμα. Αυτή την ιδιότητα δεν την έχει βέβαια μόνο το ύττριο, αλλά πρόκειται για ένα κρατούμενο που θα μας χρησιμεύσει λίγο αργότερα. Η πιο ξεχωριστή όμως ιδιότητα αυτού του στοιχείου είναι η συμπεριφορά του σε σχέση με το υδρογόνο. Ενα υπέρλεπτο στρώμα πάχους 500 δισεκατομμυριοστών του μέτρου από ύττριο τοποθετείται σε μια γυάλινη επιφάνεια και δημιουργείται ένας καθρέφτης, δηλαδή το φως ανακλάται. Το 1996 ολλανδοί ερευνητές στο Αμστερνταμ παρατήρησαν ότι, όταν βρεθεί μια τέτοια επίστρωση σε περιβάλλον υδρογόνου, με τη σύνδεση δύο ατόμων του αερίου με κάθε ιόν του υττρίου ενισχύονται οι μεταλλικές ιδιότητες της διάταξης και ο καθρέφτης γίνεται ακόμη καλύτερος, δηλαδή ακόμη πιο ανακλαστικός. Και έως εδώ αυτό ήταν ενδιαφέρον αλλά όχι καταπληκτικό. Συνεχίζοντας όμως την παροχή υδρογόνου και φθάνοντας στο να συνδέονται περίπου 2,85 άτομα κατά μέσον όρο με κάθε ιόν υττρίου, η αντανάκλαση εξασθενεί και επανερχόμαστε σε μια κατάσταση διαφάνειας! Και ακόμη πιο ενδιαφέρον ήταν το ότι διώχνοντας το υδρογόνο με κάποιον τρόπο το υλικό αποκτούσε τις προηγούμενες ιδιότητές του, ξαναγινόταν δηλαδή καθρέφτης [22]. Οπότε είχε βρεθεί ένας τρόπος, στο εργαστήριο φυσικά και κάτω από πολύ ειδικές συνθήκες, να αλλάζεις την ανακλαστικότητα επιφανειών που ήταν στην αρχή διαφανείς. Οι ενώσεις του υττρίου με υδρογόνο ονομάζονται υδρίδια (διυδρίδιο όταν είναι δύο τα υδρογόνα και τριυδρίδιο όταν είναι τρία) και είχαμε μια πολύ ενδιαφέρουσα μετάβαση, με τη βοήθεια των υδριδίων αυτών, από συμπεριφορά μονωτή σε συμπεριφορά αγωγού και μάλιστα αναστρέψιμη. Η εφαρμογή στην πράξη όλων αυτών βέβαια αποδείχθηκε αρκετά πιο δύσκολη και πέρασαν περισσότερο από 15 χρόνια ώσπου να προχωρήσουν κάπως τα πράγματα και να έχουμε πιο απτές εφαρμογές. Τώρα, δηλαδή, υπάρχουν καθρέφτες που μετατρέπονται σε σχεδόν διάφανες επιφάνειες και διατάξεις με τη βοήθεια της νανοτεχνολογίας που πότε δουλεύουν σαν κεραίες, δηλαδή είναι αγώγιμες, και όταν διοχετευθεί υδρογόνο σ' αυτές αλλάζουν συμπεριφορά.

Γιατί το είπαν έτσι

Το 1782, ο γνωστός από άλλες, πολύ μεγάλες συνεισφορές του στη Χημεία Καρλ Αξελ Αρένιους (1757-1824), επειδή κατάλαβε ότι ήταν κάτι πολύ ενδιαφέρον, έδωσε ένα θραύσμα παράξενου σκοτεινόχρωμου βράχου που είχε βρεθεί σε ορυχείο στο Ytterby, λίγο πιο έξω από τη Στοκχόλμη, στον χημικό συνάδελφό του Γιόχαν Γκαντολίν. Οι έρευνες του Γκαντολίν επιβεβαιώθηκαν το 1797 από τον σουηδό συνάδελφό του Αντερς Εκερμπεργκ και εκείνος, επειδή η προέλευση του θραύσματος ήταν από την τοποθεσία Ytterby (By στα σουηδικά σημαίνει χωριό και Ytter σημαίνει εξώτερο), ονόμασε το ορυκτό αυτό υττρία. Μέσα σε αυτό περιεχόταν το οξείδιο ενός νέου στοιχείου που ήταν πολύ δύσκολο να του αφαιρέσεις το οξυγόνο για να πάρεις το καθαρό νέο και άγνωστο έως τότε στοιχείο που ονομάστηκε ύττριο [23]. Μόλις το 1828 απομονώθηκε το καθαρό ύττριο από τον Φρίντριχ Βέλερ.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	39
Ατομικό βάρος:	88.905
Σημείο τήξης:	1.522^{o}C
Σημείο ζέσης:	3.338^{o}C
Πυκνότητα:	4,47 gr/cm^{3}
Αριθμός ισοτόπων:	34

Πόλεμος και ειρήνη

Παράγονται περίπου 9.000 τόνοι οξειδίου του υττρίου κάθε χρόνο, ενώ υπολογίζεται ότι συνολικά στον πλανήτη Γη υπάρχουν κάπου 9 εκατ. τόνοι. Κάθε χρόνο παράγονται και λίγοι τόνοι καθαρού μετάλλου θερμαίνοντας φθοριούχο ύττριο με ασβέστιο.

Όσον αφορά τον πόλεμο, εδώ αναφερόμαστε στο κράμα αργιλίου - υττρίου - νικελίου που ανακοινώθηκε το 2006 από τα στρατιωτικά εργαστήρια Ames και την Pratt and Whitney και ήταν και πιο ελαφρύ και πιο ανθεκτικό από τα προηγούμενα υλικά (μιάμιση φορά πιο ανθεκτικό από το σκέτο αλουμίνιο) για τα ψυχρά μέρη των κινητήρων και για τις πτέρυγες αρχικά των F-35. Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος High-Pressure-Gas-Atomization (HPGA), όπου από ειδικό ακροφύσιο εκτινάσσεται το λιωμένο κράμα και συναντάται με ένα ρεύμα ηλίου ή αζώτου, οπότε προκύπτει ένα υλικό λεπτά διαμερισμένο και άμορφο που δεν έχει κρυσταλλικές τάσεις και τον κίνδυνο να εμφανιστούν ρωγμές.

Για ειρηνικούς σκοπούς τώρα, σε ανάμειξη με σίδηρο κατασκευάζουν κρυστάλλους σε τέτοιο μέγεθος ώστε να χρησιμοποιούνται, όπου απαιτούνται, υψηλής απόδοσης γυάλινα μέρη για οπτικά συστήματα.

2.1.10 Γαδολίνιο (Gd)



Είναι από εκείνα τα μεταλλικά στοιχεία που μπορεί να περάσει ολόκληρη η ζωή μας και να μην καταλάβουμε την ύπαρξή τους. Αν και κάπου θα το έχουμε συναντήσει σίγουρα. Χρησιμοποιώντας μαγνητοταινίες οι παλαιότεροι και σήμερα σε μαγνήτες, αλλά και στις απεικονίσεις των μαγνητικών τομογράφων. Έχει πολύ χαμηλή θερμοκρασία Κιουρί, κοντά στους 20 βαθμούς Κελσίου και θα εξηγήσουμε δίνοντας ένα πολύ απλό παράδειγμα τι σημαίνει αυτό. Παγώνουμε ένα

κομμάτι γαδολίνιο (δεν είναι και εύκολο να το βρούμε καθαρό, γιατί συνήθως είναι ενωμένο με οξυγόνο) και αυτό μένει «κολλημένο» σε έναν μαγνήτη. Μόλις όμως ζεσταθεί κάπως και περάσει η θερμοκρασία του πάνω από τους 20 βαθμούς Κελσίου, τότε χάνει τις μαγνητικές του ιδιότητες και «ξεκολλάει» από τον μαγνήτη [24].

Γιατί το είπαν έτσι

Ο Γιούαν Γκαντουλίν, όπως είναι η σωστή προφορά του ονόματός του στα σουηδικά, γεννήθηκε στο Τούρκου της Φινλανδίας το 1760 (που λεγόταν Όμπου και ήταν τότε υπό την επιρροή της Σουηδίας) σε μια οικογένεια δύο μέλη της οποίας ήταν επίσκοποι της τοπικής εκκλησίας. Αντί όμως να λατινοποιήσει το επίθετό της όπως είχε το δικαίωμα λόγω των ιερατικών αυτών αξιωμάτων, η οικογένεια πήρε το Gadolin από τα εβραϊκά που σημαίνει «μέγας». Το 1788 ο Σουηδός Καρλ Αξελ Αρένιους, ένας από τους διασημότερους στα χρονικά της Χημείας ερευνητές, αν και εξαρχής ήταν στρατιωτικός και μεταλλειολόγος, στέλνει κάποια δείγματα μεταλλεύματος στον φίλο του Γκαντουλίν, καθηγητή της Χημείας στο Τούρκου, να τα εξετάσει. Αυτός του απάντησε ότι εκεί μέσα πρέπει να κρύβονταν περισσότερα από ένα στοιχεία της οικογένειας των αποκαλούμενων τότε Σπανίων Γαιών. Το μετάλλευμα ονομάστηκε γαδολινίτης και ένα από τα στοιχεία που ανακαλύφθηκαν αργότερα σε αυτό με τη μορφή οξειδίου, από τον ελβετό χημικό Μαρινιάκ, ονομάστηκε το 1880 γαδολίνιο. Ήταν η πρώτη φορά που πήρε κάποιο στοιχείο το όνομά του από ένα συγκεκριμένο πρόσωπο, αν και ο Γκαντουλίν δεν ζούσε πια για να το καμαρώσει ίσως.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός Αριθμός:	64
Ατομικό Βάρος:	157,25
Σημείο Τήξης:	1.313 ^{o}C
Αριθμός ισοτόπων:	36

Όσον αφορά την αφθονία του στη φύση, βρίσκεται στην 41η θέση. Λίγο πιο πάνω από τον Ψευδάργυρο.

Πόλεμος και ειρήνη

Ανήκει στην ομάδα των στοιχείων με παρεμφερείς ιδιότητες που ονομάζονται Σπάνιες Γαίες ή Λανθανίδες, αλλά έχει μια ξεχωριστή ικανότητα. Αυτός είναι και ο λόγος που του δώσαμε τον τίτλο «παγίδα νετρονίων». Διότι παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ικανότητα από κάθε άλλο στοιχείο στο να προσελκύει και να κόβει την πορεία των νετρονίων. Δύο ισότοπά του, τα γαδολίνιο-155 και -157 με 300 φορές μεγαλύτερη απορροφητικότητα από το βόριο, αναμειγνύονται με οξείδιο του ουρανίου και χρησιμεύουν για επιβράδυνση των νετρονίων, άρα και έλεγχο της δραστηριότητας σε έναν αντιδραστήρα. Επίσης σε όργανα όπως λέγονται ραδιογραφικά, όπου με τη βοήθεια δέσμης νετρονίων διαπιστώνουν αν υπάρχουν ρωγμές ή άλλα ελαττώματα στον κλειστό θάλαμο ενός

μηχανήματος ενώ αυτό λειτουργεί. Για να το πούμε απλά, σε αυτές τις περιπτώσεις κάποιος πρέπει μετά «να μαζέψει» τα νετρόνια, και αυτό το κάνει πολύ αξιόπιστα το γαδολίνιο.

Επίσης και σε συσκευές τηλεοπτικές μπορούμε να συναντήσουμε το γαδολίνιο. Ως ένα ουδέτερο, άχρωμο δηλαδή στοιχείο στο επίχρισμα της οθόνης, ένα χρήσιμο υπόστρωμα επάνω στο οποίο θα βρίσκονται άλλα στοιχεία με την ικανότητα να δίνουν έντονα χρώματα και να μην παραμορφώνονται από αυτό.

2.1.11 Τέρβιο (Tb)



Πριν από δέκα χρόνια περίπου κάτι που ονομαζόταν Soundbug έκανε αρκετά μεγάλη εντύπωση στο καταναλωτικό κοινό. Ήταν ένα μεγάφωνο που το κολλούσες σε οποιαδήποτε λεία επιφάνεια, αρκεί αυτή να μπορούσε να πάλλεται, και χωρίς άλλη επεξεργασία μετατρεπόταν σε ηχείο. Μπορούσε, δηλαδή, να είναι ένα ξύλινο τραπέζι ή και μια ολόκληρη βιτρίνα που «δάνειζε» την ικανότητά της να πάλλεται οδηγημένη σε αυτό από τους παλμούς μιας ηλεκτρομαγνητικής συσκευής, αναπαράγοντας τελικά τον ήχο έτσι ώστε να ακούγεται για παράδειγμα μουσική και ένα διαφημιστικό μήνυμα από τον περαστικό που θα στεκόταν μπροστά στη βιτρίνα κάποιου καταστήματος. Το αστείο ήταν ότι δεν φαινόταν κανένα ηχείο ή ραδιόφωνο και όλοι απορημένοι έψαχναν να βρουν από πού ερχόταν ο ήχος [25]. Υπάρχουν ακόμη στο YouTube επιδείξεις αυτών των συσκευών, που όμως τα τελευταία δύο χρόνια δεν φαίνεται να συγκινούν και πολύ τους αγοραστές, αφού εύκολα διαπιστώνει ο ενδιαφερόμενος ότι μεγάλες εταιρείες πωλήσεων όπως το Amazon δηλώνουν πως αυτή τη στιγμή δεν διαθέτουν το προϊόν, ενώ τα σχόλια όσων το είχαν αγοράσει παλαιότερα είναι συγκρατημένα, με έναν μέσο όρο τελικά γύρω στους τρεις αστερίσκους με άριστα τους πέντε.

Πώς όμως επιτυγχανόταν αυτό το περίεργο και κάπως μαγικό σε πρώτη προσέγγιση φαινόμενο; Χάρη σε ένα κράμα που ονομάζεται Terfenol-D. Και εδώ το όνομα αξίζει τον κόπο να αποκρυπτογραφηθεί. Ter για το στοιχείο που μας ενδιαφέρει, το τέρβιο, Fe για το στοιχείο σίδηρος, NOL (Naval Ordnance Laboratory) τα αρχικά ενός γνωστού εργαστηρίου ερευνών για στρατιωτικούς σκοπούς που υπάγεται στο Αμερικανικό Ναυτικό και D για το στοιχείο δυσπρόσιο. Δηλαδή, αυτό ήταν στην αρχή ένα κράμα που ενδιέφερε τους στρατιωτικούς στην έρευνα για τα υδρόφωνα και τον εντοπισμό των υποβρυχίων. Το χαρακτηριστικό ενός τέτοιου κράματος είναι ότι, όταν διαμορφωθεί σε μια μακρόστενη ράβδο και αυτή βρεθεί μέσα σε ένα σπείρωμα που δημιουργεί

μαγνητικό πεδίο, οι εναλλαγές του μαγνητικού πεδίου επιδρούν άμεσα στο μήκος της ράβδου. Δηλαδή, ένας ήχος μετατρέπεται κατά τα γνωστά σε ηλεκτρικό ρεύμα αυξομειούμενης έντασης, διαρρέει το σπείρωμα δημιουργώντας μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο και αυτό με τη σειρά του κάνει τη ράβδο από τερφενόλ να μεταβάλλει το μήκος της ανάλογα. Αν, λοιπόν, με κάποιον τρόπο υπάρχει σύνδεση με μια επιφάνεια που μπορεί να πάλλεται, έχεις ηχητικό αποτέλεσμα από την επιφάνεια αυτήν.

Γιατί το είπαν έτσι

Το ορυχείο της Ytterby, λίγο έξω και βόρεια της Στοκχόλμης εκτός των άλλων στοιχείων έδωσε το όνομά της και στο τέρβιο. Ο Καρλ Γκούσταφ Μοσάντερ (1797-1858) έφθασε το 1843 από εξορυγμένα δείγματα οξειδίου του υττρίου και στο οξείδιο του τερβίου. Το ίδιο το στοιχείο τέρβιο απομονώθηκε το 1904 από τον γάλλο χημικό Ζορζ Υρμπέν. Αυτό το τελευταίο που εκφράζεται μέσα σε μια μικρή πρόταση χρονικά εκτείνεται σε ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα διότι ο Υρμπέν χρειάστηκε να πραγματοποιήσει χιλιάδες χρονοβόρες κρυσταλλώσεις για να καταφέρει να ξεχωρίσει τα διάφορα στοιχεία που ανήκαν στην αρκετά σφιχτά συσπειρωμένη οικογένεια των σπάνιων γαιών ή λανθανιδών.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	65
Ατομικό βάρος:	158.925
Σημείο τήξεως:	1.356 ^{o}C
Σημείο ζέσεως:	3.120 ^{o}C
Πυκνότητα:	8,23 gr/cm3
Αριθμός ισοτόπων:	36

Πόλεμος και ειρήνη

Σε καθαρή μορφή το τέρβιο είναι ένα ασημόχρωμο μαλακό μέταλλο που κοστίζει αρκετά, περίπου τέσσερις φορές περισσότερο από τον λευκόχρυσο, διότι η περιεκτικότητά του στα πετρώματα είναι πολύ μικρή. Τα ορυκτά που περιέχουν τέρβιο είναι κυρίως ο μπαστνεσίτης και ο μοναζίτης, με περιεκτικότητα μεταξύ 0,002 και 0,005% αντίστοιχα. Η περιοχή από όπου γίνεται η εξόρυξη και όπου βρίσκεται η μεγαλύτερη ποσότητα από αυτά τα ορυκτά είναι η Κίνα. Παράγονται περίπου 450 τόνοι τον χρόνο, αλλά υπολογίζεται ότι στη Γη υπάρχουν περίπου 300.000 τόνοι.

Η κύρια χρήση του είναι στα φθορίζοντα τμήματα της οθόνης διαφόρων συσκευών και για ακτίνες λέιζερ, όπου σε συνδυασμό με βόριο και νάτριο προκύπτει μια πράσινη ακτίνα στην περιοχή των 546 νανομέτρων (δισεκατομμυριοστά του μέτρου).

Γιατί αλλάζει στο μαγνητικό πεδίο το μήκος της ράβδου από αυτό το παράξενο υλικό, το Terfenol-D;

Η αλήθεια είναι ότι το φαινόμενο για να εξηγηθεί χρειάζονται κβαντομηχανικοί υπολογισμοί, αλλά κάπως πιο γενικά μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οφείλεται στην κλασική ιδιότητα των σιδηρομαγνητικών υλικών. Στο εσωτερικό τους υπάρχουν περιοχές μαγνήτισης όπου όλα τα άτομα είναι προσανατολισμένα μαγνητικά προς μια κατεύθυνση. Με την εφαρμογή μαγνητικού πεδίου τα όρια των περιοχών αυτών μετατοπίζονται και έχουμε μια περιστροφή των συγκεκριμένων περιοχών. Οι κινήσεις αυτές εκδηλώνονται μακροσκοπικά με αύξηση του όγκου ή έστω του μήκους της ράβδου από Terfenol-D.

Τελικά υπάρχουν αυτές οι περίεργες συσκευές που κάνουν το τζάμι ηχείο;

Έπειτα από αρκετό ψάξιμο βρέθηκε τουλάχιστον μία εταιρεία που ισχυρίζεται ότι παραδίδει τέτοιες συσκευές που κάνουν έναν ολόκληρο υαλοπίνακα και μια ξύλινη επιφάνεια να πάλλονται στην περιοχή από 40 Hertz ως και 22 kHertz [26].

2.1.12 Δυσπρόσιο (Dy)



Το δυσπρόσιο, χωρίς να είναι στην καθημερινή συζήτηση των πολλών, έχει μια πολύ αξιοζήλευτη θέση στην εκτίμηση των ειδικών. Διότι πρόκειται για μέταλλο που, ενώ το 2003 η τιμή του ήταν μόλις 28 δολάρια το κιλό, μέσα στο 2011 η τιμή του ήταν γύρω στις 3.440 δολάρια το κιλό - ακολουθώντας βέβαια την προσφορά και τη ζήτηση αλλά και ως αντανάκλαση της διάδοσης των πιο σύγχρονων τεχνολογιών όπως ήταν η ανάγκη για κινητήρες πιο μεγάλους αλλά και πιο ελαφρείς [27]. Και ποιος τους χρειαζόταν αυτούς; Από τη μια οι κατασκευαστές των τεράστιων ανεμογεννητριών αλλά και οι κινητήρες των υβριδικών αυτοκινήτων (στα αυτοκίνητα μάρκας Toyota χρειάζονται για τους μαγνήτες τους 100 γραμμάρια δυσπρόσιο) και των ηλεκτρικών μοτοποδηλάτων. Εκεί λοιπόν το δυσπρόσιο έκανε ξαφνικά τη μεγάλη είσοδο όταν διαπίστωσαν πως με 1,7%-6% ποσοστό το κράμα των λεγόμενων νεο-μαγνητών, δηλαδή των μαγνητών που φτιάχνονται από τη σκόνη του κράματος νεοδύμιο - σίδηρος - βόριο (Neodymium Iron - Boron), δεν έχανε τη μαγνήτισή του, ιδιαίτερα στις υψηλές θερμοκρασίες, χάρη στην πρόσμειξη και στη μαγνητική συνοχή ακριβώς του στοιχείου που λέγεται δυσπρόσιο και το οποίο ως λέξη κάτι θυμίζει στον έλληνα αναγνώστη.

Γιατί το είπαν έτσι

Η Χημεία είναι μια επιστήμη που θα έπρεπε να διδάσκεται στη μέση εκπαίδευση όχι μόνο θεωρητικά, στον πίνακα, με τη βοήθεια των συμβόλων και των αντιδράσεων - ό,τι πρέπει, δηλαδή, για να δημιουργήσει απέχθεια στους περισσότερους μαθητές -, αλλά με τη βοήθεια παραδειγμάτων από την καθημερινή ζωή και από την ίδια την ιστορία της. Διότι εκεί, σε κάποιες στιγμές της ιστορίας της, έχουν αποκρυσταλλωθεί εξαιρετικές στιγμές της ανθρώπινης διορατικότητας, με πρώτο και καλύτερο παράδειγμα αυτό του Μεντελέγεφ που μας έδωσε τον πρώτο πίνακα στοιχείων, αλλά και της σπάνιας επιμονής του είδους μας. Αυτή η δεύτερη αρετή έχει αποτυπωθεί και στο όνομα του στοιχείου δυσπρόσιο, με τη βοήθεια και της ελληνικής γλώσσας. Διότι το όνομά του έχει τη ρίζα του στη λέξη «δυσπρόσιτος» που, χωρίς δυσκολία, καταλαβαίνουμε τι σημαίνει αλλά ίσως δεν μπορούμε να υποψιαστούμε πόσο καίρια αποδίδει μια στιγμή στην ιστορία των χημικών ανακαλύψεων. Η δυσκολία στα τέλη του 19ου αιώνα ήταν ακριβώς στο να πάρεις το νέο για την εποχή εκείνη στοιχείο, έστω και με τη μορφή κάποιας ένωσης με γνωστά τα άλλα συστατικά της μέρη. Το 1886 ο Πολ Εμίλ Λεκόκ ντε Μπουαμποντράν (1838-1912) στο Παρίσι ξεκινούσε μια προσπάθεια διαχωρισμού στα συστατικά τους από δείγματα ορυκτών που ανήκαν στις λεγόμενες σπάνιες γαίες. Από όχι καθαρό οξείδιο του υτρίου κατάφερε να πάρει έρβιο και τέρβιο μαζί με κάποιες προσμείξεις. Προχωρώντας στο δείγμα με το έρβιο βρήκε να συγκατοικούν δύο ακόμη οξείδια με όλμιο και θούλιο. Στο δείγμα του οξειδίου με το όλμιο, που κι αυτό δεν ήταν εντελώς καθαρό, όπως του έδειχνε η φασματοσκοπική ανάλυση, υπήρχε ένα ακόμη οξείδιο. Το επεξεργάστηκε διαλύοντάς το με οξύ και προσθέτοντας αμμωνία για να προκύψει σαν ίζημα το υδροξείδιο του στοιχείου που έψαχνε. Οσο εύκολα περιγράφεται αυτή η διαδικασία τόσο δύσκολα δίνει αποτελέσματα, αφού χρειάστηκε να την επαναλάβει 32 φορές, να πάρει περίπου 26 φορές ίζημα μέχρι να μπορέσει να φθάσει στη δυσπροσία, δηλαδή ένα οξείδιο του δυσπροσίου (Dy_2O_3). Πώς αλλιώς λοιπόν να ονομάσεις ένα τέτοιο στοιχείο; Που μάλιστα έπρεπε να φθάσουμε στο έτος 1950 για να μπορέσουν αμερικανοί επιστήμονες να το πάρουν σε καθαρή μορφή, όταν εφαρμόστηκε η τεχνολογία της χρωματογραφίας με ανταλλαγή ιόντων.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	66
Ατομικό βάρος:	162,5
Σημείο τήξης:	1.412^{o}C
Σημείο ζέσης:	2.560^{o}C
Πυκνότητα:	8,6 g/cm^3
Αριθμός ισοτόπων:	36

Πόλεμος και ειρήνη

Βρίσκεται στο υπέδαφος ως συστατικό των κοιτασμάτων μοναζίτη και μπαστνεσίτη, με την Κίνα να είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός γενικά της ομάδας των λανθανιδών ή σπανίων γαιών. Μέσα σε αυτά τα στοιχεία είναι και το δυσπρόσιο. Η παγκόσμια παραγωγή ανέρχεται σε 2.000 τόνους τον χρόνο και σε αυτόν τον αριθμό περιλαμβάνονται και το καθαρό μέταλλο και το οξείδιό του. Το καθαρό μέταλλο προκύπτει βιομηχανικά θερμαίνοντας φθοριούχο δυσπρόσιο μαζί με ασβέστιο. Είναι τόσο μαλακό που κόβεται με το μαχαίρι ενώ οξειδώνεται εύκολα και έτσι δεν χρησιμοποιείται όπου μπορεί να μείνει εκτεθειμένο σε δύσκολες συνθήκες. Πιο πολύ θα συναντήσουμε το δυσπρόσιο στην κατασκευή μαγνητών χρήσιμων σε νέες τεχνολογίες όπως εξηγήσαμε πριν και στους πυρηνικούς αντιδραστήρες με τη μορφή του cermet. Οπου cermet είναι το υλικό που προκύπτει όταν στο πλέγμα ενός κεραμικού υλικού εισχωρήσουν άτομα μετάλλου. Τότε το νέο υλικό έχει τις αντοχές σε υψηλές θερμοκρασίες των κεραμικών και την πλαστικότητα των μετάλλων. Μία λοιπόν από αυτές τις συνθέσεις είναι κεραμικό υλικό μαζί με οξείδιο του δυσπροσίου και νικέλιο. Αυτό το υλικό χρησιμοποιείται στις ρυθμιστικές ράβδους των πυρηνικών αντιδραστήρων που φροντίζουν να απορροφώνται όσα ανεπιθύμητα νετρόνια απειλούν σε ορισμένες στιγμές οι πυρηνικές σχάσεις να γίνουν ανεξέλεγκτες. Το καλό με το υλικό αυτό που περιέχει δυσπρόσιο είναι πως δεν αλλάζει διαστάσεις. Διότι έχει παρατηρηθεί πως με άλλα υλικά τα νετρόνια εισχωρούν στο πλέγμα τους, δημιουργούν αλλαγές σε αυτό, οπές και καταστροφές, ώστε τελικά να μιλούν για το «φούσκωμα» λόγω νετρονίων. Αντίθετα, με το δυσπρόσιο παρόν, το υλικό ούτε συστέλλεται ούτε διαστέλλεται και οι επιβραδυντικές ράβδοι μέσα στον αντιδραστήρα λειτουργούν αξιόπιστα χωρίς μεγάλες φθορές.

Οξείδιο του δυσπροσίου χρησιμοποιείται για να «ντοπάρονται» κεραμικά υλικά όπως το τιτανικό βάριο για την κατασκευή πυκνωτών μικρών σε μέγεθος, που να διαθέτουν όμως μεγάλη χωρητικότητα. Επίσης δυσπρόσιο λόγω των μαγνητικών του ιδιοτήτων βρίσκουμε και σε συστήματα ανάγνωσης - διαγραφής περιεχομένου οπτικών δίσκων με τη βοήθεια ακτίνων λέιζερ.

Το κράμα Terfenol-D, από τέρβιο, σίδηρο και δυσπρόσιο, παρουσιάζει το φαινόμενο της μαγνητικής διαστολής - συστολής, δηλαδή μια ράβδος από το υλικό αυτό να αλλάζει μήκος ανάλογα με την ένταση του μαγνητικού πεδίου (πιο αναλυτικά αναφερόμαστε σε αυτό όταν εξετάζουμε το τέρβιο), και βρίσκει χρήσεις σε sonar και σε διάφορους αισθητήρες.

Τέλος, στρέφοντας το βλέμμα προς τα επάνω τις νύχτες, ιδιαίτερα σε μεγάλες και προηγμένες εγκαταστάσεις φωτισμού, όπως είναι τα σύγχρονα γήπεδα, τα αεροδρόμια και οι μεγάλοι δημόσιοι δρόμοι, θα δούμε να λάμπουν φωτιστικά σώματα μεγάλης έντασης. Σε αυτό βοηθούν οι λεγόμενες λυχνίες μεταλλο-αλογονιδίων, γνωστές και ως MH ή HID, δηλαδή λυχνίες με υδράργυρο που με τη βοήθεια και μεταλλικών στοιχείων

όπως είναι το δυσπρόσιο, που αποσπώνται από το αλογόνο μόλις ο υδράργυρος διεγερθεί, κάνουν τη νύχτα ημέρα, προς μεγάλη λύπη κάποιων λίγων.

2.1.13 Όλμιο (Ho)



Στο τελευταίο τέταρτο του 19ου αιώνα στη Σουηδία είχαμε μια υπερδραστηριότητα των χημικών της εποχής και της χώρας. Διότι στη Στοκχόλμη και μία ώρα με το τρένο πιο βόρεια, στην Ουψάλα, στα εργαστήριά τους, οι Σουηδοί δούλευαν εντατικά και επίμονα επάνω σε δείγματα φερμένα από τα πλούσια ορυχεία της χώρας. Ηταν μία από τις πιο ευτυχισμένες εποχές της επιστήμης παγκοσμίως, θα λέγαμε [28]. Διότι ανακαλύφθηκαν περίπου δέκα νέα στοιχεία εκεί που ο κόσμος των ορυχείων γενικά δεν είχε κάποιο ιδιαίτερο ενδιαφέρον και συμφέρον για έρευνες. Δηλαδή, η βασιλική αυλή και όσοι εκμεταλλεύονταν τα ορυχεία είχαν μια πολύ καλή οικονομική συνεργασία. Το αν θα ήξεραν ακριβώς ποια στοιχεία περιείχαν τα μεταλλεύματα που εξόρυσσαν εκείνη την εποχή δεν ήταν και τόσο αξιοποιήσιμο εμπορικά. Οι χημικοί όμως διέθεταν όχι μόνο το ελεύθερο αλλά και την υποστήριξη όποιων είχαν οικονομικό όφελος από τα μεταλλεία για να κάνουν τις αναζητήσεις τους, τόσο ώστε το επάγγελμα του χημικού που ασχολούνταν με την έρευνα εκείνη την εποχή να είναι από τα λίγα σίγουρα. Ανάμεσα λοιπόν στα στοιχεία που ήλθαν στο φως εκείνη την ένδοξη για τη χημεία εποχή ήταν και το όλμιο.

Γιατί το είπαν έτσι

Το όλμιο ανακαλύφθηκε στη Γενεύη το 1878 από τους ελβετούς χημικούς Μαρκ Ντελαφοντέν (1837-1911) και Λουί Σορέ (1827-1890) και ανεξάρτητα αυτών από τον Σουηδό Περ Τέοντορ Κλέβε (1840-1905). Πώς γίνεται αυτό; Οι Ελβετοί είχαν ανακαλύψει το νέο στοιχείο φασματοσκοπικά πριν από τον Κλέβε αλλά το αποκάλεσαν μόνο στοιχείο Χ, οπότε έναν χρόνο μετά την επιβεβαίωση της ύπαρξής του και από τα σκανδιναβικά εργαστήρια ο Σουηδός βρήκε την ευκαιρία να δώσει το όνομα Holmia απαθανατίζοντας ένα από τα συστατικά του ονόματος της πρωτεύουσας Στοκ-χόλμη. Αν και εδώ έχουμε μια διαφορά ανάμεσα στο όνομα που χρησιμοποιείται εκτός Ελλάδας και είναι χόλμιο ενώ στα ελληνικά χρησιμοποιείται το όνομα όλμιο.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός: 67

Ατομικό βάρος: 164,93

Σημείο τήξης: 1.474^{o}C

Σημείο ζέσης: 2.600^{o}C

Πυκνότητα: 8,8 gr/cm^{3}

Αριθμός ισοτόπων: 35

Πόλεμος και ειρήνη

Ανήκει στην ομάδα των λανθανιδών και εξορύσσεται μαζί με τα υπόλοιπα στοιχεία που είναι γνωστά ως σπάνιες γαίες και με τις κατακτήσεις της τεχνολογίας τα τελευταία 30 χρόνια έδωσαν τεράστια αξία στα κοιτάσματα που τις περιέχουν. Και ποια χώρα είναι στην πρώτη γραμμή της εξόρυξης; Η Κίνα, βέβαια, που εξορύσσει κοπιωδώς σπάνιες γαίες, ενώ την ακολουθούν, αν και από μακριά, Ηνωμένες Πολιτείες, Βραζιλία, Ινδία, Γροιλανδία και Τανζανία, με τα συνολικά αποθέματα να έχουν αποτιμηθεί κοντά στις 400.000 τόνους, ενώ η ετήσια παραγωγή δεν περνάει τους 10 τόνους. Το καθαρό μέταλλο παράγεται θερμαίνοντας χλωριούχο όλμιο ή φθοριούχο όλμιο με ασβέστιο.

Σε καθαρή μορφή είναι μέταλλο σχετικά μαλακό, αργυρόλευκο στην εμφάνιση, σταθερό σε ξηρή ατμόσφαιρα, αλλά αντιδρά έντονα με την παρουσία υγρασίας και οξειδώνεται εύκολα.

Το όλμιο διαθέτει ασυνήθιστες σε ένταση μαγνητικές ιδιότητες, τις ισχυρότερες από όλα τα στοιχεία του Περιοδικού Συστήματος. Γνωρίζουμε πώς τα ηλεκτρόνια κινούνται γύρω από τον πυρήνα σε χώρους που ονομάζουμε τροχιακά, δύο το πολύ σε κάθε τροχιακό, έχοντας κάπως πιθανολογούμενες τροχιές μέσα σε κάποια όρια, και όλα αυτά σε ιδεατές στιβάδες γύρω και σε απόσταση από τον πυρήνα, όπου κάθε στοιβάδα δέχεται έναν αυστηρά καθορισμένο αριθμό ηλεκτρονίων. Αλλά και στις στιβάδες τα ηλεκτρόνια μπορούν να είναι είτε συνεζευγμένα μεταξύ τους, δηλαδή να «περιστρέφονται», ιδεατά βέβαια, αφού είναι τόσο απειροελάχιστα σε μέγεθος, με αντίθετες φορές περιστροφής, είτε ασύζευκτα. Αυτά τα ηλεκτρόνια που είναι ασύζευκτα είναι υπεύθυνα για τις μαγνητικές ιδιότητες ενός στοιχείου. Οι μαγνητικές αυτές ιδιότητες μπορούν να εκφραστούν και με έναν αριθμό που ονομάζεται μαγνητική ροπή και το όλμιο έχει τη μεγαλύτερη μαγνητική ροπή από όλα τα απαντώμενα στη Φύση στοιχεία, γι' αυτό και φτιάχνονται από το όλμιο οι ισχυρότεροι μαγνήτες.

Επειδή μπορεί να απορροφά νετρόνια που προκύπτουν από τη σχάση ραδιενεργών στοιχείων κατά τη διάρκεια αλυσιδωτών αντιδράσεων στους πυρηνικούς αντιδραστήρες χρησιμοποιείται σαν «δηλητήριο», όπως λέγεται, για να σταματήσει μια ανεπιθύμητη αλυσιδωτή αντίδραση.

Γιατί έπρεπε να λέγεται χόλμιο και όχι όλμιο;

Διότι, όπως αναφέραμε, έρχεται από το δεύτερο συστατικό του ονόματος της σουηδικής πρωτεύουσας που είναι Στοκ-χόλμη και στα σουηδικά Stock-holm, με τον τόνο στο πρώτο «ο». Οπου η λέξη «χολμ» δήλωνε και δηλώνει τις διάφορες νησίδες που αποτελούσαν τον πρώτο πυρήνα της μετέπειτα σουηδικής πρωτεύουσας, ενώ η λέξη «στοκ» στα σουηδικά αναφέρεται σε κορμούς δέντρων που βρίσκονταν τοποθετημένοι οριζόντια και κάθετα για να αποτελούν εμπόδιο στους επιδρομείς και για να ελέγχεται η θαλάσσια κυκλοφορία στην τοποθεσία που σήμερα αποκαλούν «Παλαιά Πόλη» (Gamla Stan). Βλέποντας το όνομα του στοιχείου με λατινικούς χαρακτήρες (Holmium), δεν πρέπει να νομίσουμε ότι πρόκειται για κάποιο αντιδάνειο από ελληνική λέξη που το «Η» σημαίνει ότι έπαιρνε δασεία και εμείς έπρεπε να κόψουμε στα ελληνικά το «χ». Άλλωστε, αν ήταν πιο σωστή η λέξη όλμιο (και όχι χόλμιο), τότε και η σουηδική πρωτεύουσα θα έπρεπε να προφέρεται Στοκ-όλμη και όχι Στοκχόλμη.

2.1.14 Θούλιο (Tm)



Πρόκειται για στοιχείο που ζει στη σκιά των περισσοτέρων άλλων στον περιοδικό πίνακα [29]. Με αφορμή το θούλιο όμως μπορούμε να θυμηθούμε την ιστορία ενός ερευνητή που έζησε σχετικά λίγα χρόνια αλλά υπήρξε υπόδειγμα στον χώρο της επιστήμης του.

Ο Τσαρλς Τζέιμς γεννήθηκε στην Αγγλία στις 27 Απριλίου 1880. Εμεινε ορφανός μόλις στα έξι του χρόνια, αλλά του έμειναν τα βιβλία Χημείας που του άφησε ο πατέρας του. Τα διάβασε με πολύ ενδιαφέρον και στα δεκαπέντε του έστηνε δικά του πειράματα, ενώ σκάρωνε και κάτι μικρές βόμβες. Είχε όμως το θάρρος να στέλνει και ερωτήσεις συχνά πυκνά στους μεγάλους χημικούς της εποχής του. Δύο γνωστά ονόματα τότε ήταν ο σερ Ουίλιαμ Κρουκς και ο σερ Ουίλιαμ Ράμσεϊ, ο οποίος τιμήθηκε μεταξύ άλλων και με το βραβείο Νομπέλ Χημείας. Η μητέρα του αντιδρούσε στην έλξη του για τη Χημεία και με πολύ κόπο την κατάφερε το 1899 να τον αφήσει να ξεκινήσει σπουδές Χημείας κοντά στον Ράμσεϊ. Τελείωσε το 1906 και βρέθηκε ξαφνικά στις Ηνωμένες Πολιτείες σε ένα σχετικά καινούργιο, άσημο και πολύ μικρό πανεπιστήμιο στο Νιου Χαμσάιρ. Ρομαντικός, λάτρης των μυστηρίων, του αγνώστου, του σπάνιου, της φύσης, των φυτών και των εντόμων, ασχολήθηκε όχι απροσδόκητα με τις σπάνιες γαίες στη Χημεία. Διάβαζε ταξιδιωτικούς οδηγούς, είχε υπέροχο ανθόκηπο, 14 κυψέλες μελισσών και στο Πανεπιστήμιο τον αποκαλούσαν King. Αν και «βασιλιάς» όμως, εργαζόταν επίμονα, σκληρά, πολλές ώρες και δεν έφευγε από το εργαστήριο πριν από τις 12 το βράδυ. Ήταν ηγετικός, χαμηλών τόνων, έβαζε το

όνομα των φοιτητών του στις εργασίες πριν από το δικό του, ήταν χιουμορίστας αλλά και τελειομανής, φθάνοντας να φυσάει ό ίδιος το γυαλί για τις διάφορες συσκευές που χρειαζόταν το εργαστήριο. Διάλεξε να ασχοληθεί με τις σπάνιες γαίες διότι τότε ήταν κάτι δύσκολο, κυρίως το να ξεχωρίζει ένας χημικός το ένα στοιχείο της οικογένειας από το άλλο και να μπορεί να τα φέρνει σε καθαρή μορφή. Εκεί λοιπόν, εκτός από το ότι δημιούργησε τη μεγαλύτερη συλλογή σχετικών δειγμάτων που υπάρχει αυτή τη στιγμή στον κόσμο, ξεκαθάρισε και αρκετά θέματα. Ενα από αυτά ήταν το ότι ως τότε έκαναν λόγο για θούλιο 1, θούλιο 2 και θούλιο 3, αλλά χάρη στην προσεκτική εργασία του διευκρινίστηκε πως κάτι τέτοιο δεν συνέβαινε.

Ένα τελευταίο, αρκετά παράξενο συμβάν συνδέθηκε μαζί του μετά θάνατον: Σε ηλικία μόλις 48 ετών πέθανε από καρκίνο Δεκέμβριο μήνα και οι πάγοι στην περιοχή δεν επέτρεψαν να θαφτεί παρά τον Απρίλιο. Δύο ημέρες μετά την ταφή οι κάτοικοι της περιοχής παρατήρησαν ένα σμήνος μελισσών επάνω από τον τάφο. Ανήκαν στις κυψέλες που είχε παραχωρήσει ο Τζέιμς σε άλλον όταν έπαψε να ασχολείται με τη μελισσοκομία. Οι κυψέλες αυτές βρίσκονταν σε απόσταση μεγαλύτερη από 3 χιλιόμετρα και το συμβάν ζωντάνεψε τον παλιό θρύλο, πως έπρεπε κάποιος να αναγγέλλει τον θάνατο του ιδιοκτήτη στις κυψέλες, αλλιώς οι μέλισσες φεύγουν από αυτές. Υπάρχει μάλιστα και ένα σχετικό κλασικό ποίημα με τον τίτλο να τα «λέει» όλα: «Telling the bees».

Γιατί το είπαν έτσι

Το θούλιο κατάφερε να ανιχνεύσει ο Περ Τέοντορ Κλέβε το 1879 με τη μορφή οξειδίου μέσα σε δείγματα ορυκτών φερμένων στα χημικά εργαστήρια της σουηδικής πόλης Ουψάλα από το γνωστό ορυχείο λίγο πιο έξω από την πρωτεύουσα Στοκχόλμη, εκεί όπου βρέθηκαν για πρώτη φορά αρκετά από τα στοιχεία που ανήκουν στην ομάδα των 15 στοιχείων με τον γενικό τίτλο λανθανίδες ή σπάνιες γαίες. Από ένα δείγμα ερβίας γης, όπως αυτό ονομαζόταν, κατάφερε μέσα στις προσμείξεις να διακρίνει δύο ακόμη στοιχεία οδηγημένος από την παρατήρηση ότι ανάλογα με το δείγμα έβρισκε διαφορετικό ατομικό βάρος, άρα έπρεπε να υπάρχουν στα δείγματα κάποιες προσμείξεις άλλων στοιχείων που ανάλογα με την ποσότητά τους έδιναν διαφορετικά αποτελέσματα. Τελικά το 1878 βρήκε το (Χ)όλμιο και το 1879 ένα ακόμη στοιχείο που το ονόμασε θούλιο από το όνομα της Θούλης, δηλαδή της ελληνικής ονομασίας της Σκανδιναβίας.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	69
Ατομικό βάρος:	168,934
Σημείο τήξης:	1.545^{o}C
Σημείο ζέσης:	1.947^{o}C
Πυκνότητα:	9,32 γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό
Αριθμός ισοτόπων:	35

Πόλεμος και ειρήνη

Όπως συμβαίνει και με πολλές άλλες σπάνιες γαίες, τόπος παραγωγής είναι κυρίως η Κίνα. Περίπου 50 τόνοι οξειδίου του θουλίου παράγονται κάθε χρόνο. Υπάρχει ακόμη στις Ηνωμένες Πολιτείες, στη Βραζιλία, στην Αυστραλία, στην Ινδία και στη Γροιλανδία. Είναι μετά το προμήθειο το σπανιότερο από τα στοιχεία της ομάδας και πανάκριβο στην καθαρή μορφή του. Οπότε και οι χρήσεις του είναι περιορισμένες.

Ο Θίοντορ Ουίλιαμ Ρίτσαρντς (1868-1920), ο οποίος ασχολήθηκε ιδιαίτερα με τον προσδιορισμό του ατομικού βάρους 55 στοιχείων με την ύψιστη δυνατή ακρίβεια, με τα μέσα της εποχής εκείνης βέβαια, έκανε 15.000 προσπάθειες. Για τη δουλειά του αυτή ήταν ο πρώτος Αμερικανός που τιμήθηκε, το 1914, με το βραβείο Νομπέλ για τη Χημεία. Για να έχει λοιπόν ακρίβεια στον προσδιορισμό των ατομικών βαρών, δεν δίσταζε να προβαίνει σε αλλεπάλληλες κρυσταλλώσεις μιας ένωσης. Έτσι με την ένωση βρομικό θούλιο που περιείχε βρόμιο, οξυγόνο και θούλιο προχώρησε σε 15.000 τέτοιες κρυσταλλώσεις προτού θεωρήσει ότι είχε μιαν αρκετά καθαρή και σε μετρήσιμη ποσότητα ουσία από όπου μπορούσε να προσδιορίσει με ακρίβεια το ατομικό βάρος του θουλίου. Σήμερα υπάρχουν άλλες μέθοδοι που δίδουν πιο εύκολα το ατομικό βάρος, αλλά τότε η αφοσίωση του ανθρώπου αυτού στην επιστημονική ακρίβεια ήταν πραγματικά αξιοθαύμαστη.

Τι ήταν η Θούλη;

Ηταν η περιοχή από τη Δανία ως τον Βόρειο Πόλο που περιέγραψε ο Πυθέας ο Μασσαλιώτης στα έργα του «Περί Ωκεανού» και «Πυθέως Περίπλους». Δίδεται μάλιστα και μια ελληνοκεντρική εξήγηση για το όνομα. Οτι συντίθεται από το Θου=θεός και το λη=λίθος, δηλαδή θεϊκή γη.

2.1.15 Λουτήτιο (Lu)



Στη φύση δεν το βρίσκουμε σε ελεύθερη κατάσταση. Όταν όμως είναι καθαρό, έχει ασημόλευκη λάμψη, είναι πολύ σκληρό, οξειδώνεται δύσκολα και ενώ είναι λιγότερο σπάνιο από τον άργυρο, επειδή είναι δύσκολο να το πάρουμε σε εντελώς καθαρή μορφή, είναι πιο ακριβό από τα άλλα πολύτιμα μέταλλα με τιμές που βρίσκονται ανάμεσα στα 186 και 340 δολάρια το 1 γραμμάριο, όταν για 1 γραμμάριο λευκόχρυσου δίνεις περίπου 53 δολάρια, για τον χρυσό αντίστοιχα 56 δολάρια και για το παλλάδιο 21 δολάρια [30].

Γιατί το είπαν έτσι

Το λουτήτιο ανακαλύφθηκε από τον γάλλο χημικό Ζορζ Ιρμπέν (1872-1938) το 1907 στο Παρίσι. Αν ο αναγνώστης ρίξει μια ματιά στον πίνακα των στοιχείων, θα διαπιστώσει ότι το λουτήτιο είναι το τελευταίο στη σειρά των στοιχείων που ονομάζονται λανθανίδες. Το χαρακτηριστικό της «οικογένειας» αυτής είναι το πόσο στενά συνδέονται τα μέλη της, τόσο που ήταν εξαιρετικά δύσκολο με τα μέσα του 18ου και του 19ου αιώνα να χωρίσουν εντελώς τα στοιχεία της οικογένειας από τα διάφορα ορυκτά δείγματα που έφθαναν στα εργαστήρια. Το 1843 βρέθηκαν το έρβιο και το τέρβιο. Και από τα δείγματα που πιστευόταν ότι είχαν μόνο έρβιο προέκυψαν το χόλμιο το 1878 και το θούλιο το 1879. Τελευταίο βρέθηκε το «λουτέκιο», όπως το ονόμασε ο Urbain όταν το ανακάλυψε το 1907 κάνοντας έρευνα στη Σορβόννη, για να τιμήσει, αφού ήταν Γάλλος, το Παρίσι, όπου βρισκόταν και το ερευνητικό του εργαστήριο. Αργότερα, η γνωστή μας IUPAC (International Union for Pure and Applied Chemistry), η διεθνής ένωση η υπεύθυνη μεταξύ άλλων και για τις ονομασίες των όσων νέων στοιχείων προκύπτουν, έδωσε την τελική και επίσημα αποδεκτή ονομασία Lutetium που έγινε στα ελληνικά λουτήτιο.

Αξίζει να αναφερθεί ότι άλλοι δύο ερευνητές, ο Αυστριακός Καρλ Αουερ (1858-1929) στη Γερμανία και ο αγγλικής καταγωγής Τσαρλς Τζέιμς (1880-1928) στις Ηνωμένες Πολιτείες, είχαν κατορθώσει να απομονώσουν το στοιχείο αυτό, αλλά δεν το είχαν ανακοινώσει πρώτοι, οπότε η δόξα πήγε όλη στον γάλλο χημικό. Μεταξύ του Ιρμπέν και του Αουερ που ήθελε να το ονομάσει κασσιόπειο, από τον ορατό στο Βόρειο Ημισφαίριο αστερισμό της Κασσιοπείας, υπήρξε πολύχρονη διαμάχη, ενώ ο Τζέιμς κρατήθηκε μακριά από αυτόν τον καβγά.

Στην πραγματικότητα, όλοι είχαν φέρει στο φως ένα τριοξείδιο του στοιχείου αυτού (Lu_2O_3), ενώ δείγμα καθαρού μετάλλου λουτήτιο είχαμε μόλις το 1953.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	71
Ατομικό βάρος:	174,967
Σημείο τήξης:	1.663^{o}C
Σημείο ζέσης:	3.400^{o}C
Πυκνότητα:	9,8 gr/cm^3
Αριθμός ισοτόπων:	35

Πόλεμος και ειρήνη

Ο κύριος παραγωγός είναι η Κίνα, η χώρα που παράγει τα περισσότερα ορυκτά με στοιχεία τα οποία ανήκουν στην οικογένεια των λανθανιδών ή και σπάνιων γαιών όπως τα αποκαλούσαν παλαιότερα. Οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Βραζιλία, η Γροιλανδία, η

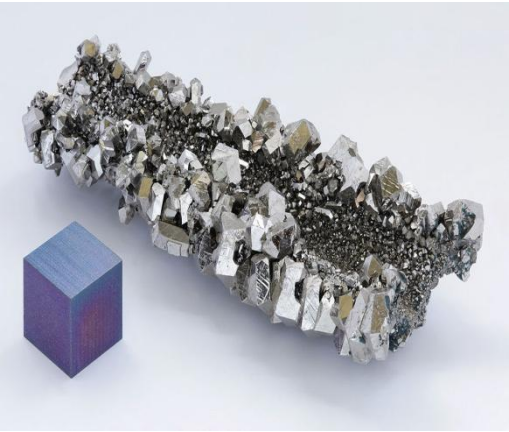
Αυστραλία και η Τανζανία έχουν και αυτές κάποιες ποσότητες στο έδαφός τους, η περιεκτικότητα πάντως σε λουτήτιο στα μεταλλεύματα αυτά των σπάνιων γαιών είναι σε ποσοστό κοντά στο 0,003% πολλές φορές. Και κανένας δεν σκάει και πολύ γι' αυτό, αφού οι εφαρμογές στις οποίες χρειάζεται το λουτήτιο είναι πολύ λίγες. Δέκα τόνοι από το οξείδιο του λουτητίου παράγονται κάθε χρόνο και από αυτούς παίρνουν το καθαρό μέταλλο με θέρμανση αφού προηγηθεί ένα στάδιο όπου έχει ενωθεί με φθόριο.

Τι το κάνουν όταν το πάρουν στα χέρια τους; Μια χρήση (από τις λίγες, για να λέμε την αλήθεια) είναι για την ιδιότητά του να εκπέμπει σωματίδια-β (τα σωματίδια-β είναι υψηλής ενέργειας και ταχύτητας ηλεκτρόνια ή ποζιτρόνια που εκπέμπονται όταν υπάρχουν οι απαραίτητες συνθήκες). Αυτό δεν είναι κάτι τόσο περίεργο, να εκπέμπονται ηλεκτρόνια ή ποζιτρόνια από τον πυρήνα. Βομβαρδίζοντας το λουτήτιο με νετρόνια κάνουν τον πυρήνα του ασταθή. Και ένας ασταθής πυρήνας με περίσσεια νετρονίων μπορεί να εκπέμψει ένα ηλεκτρόνιο, ένα αντινετρίνο ηλεκτρονίου και το νετρόνιο (λόγω μεταβολής εσωτερικά των κουάρκ που το αποτελούν) να μετατραπεί σε πρωτόνιο. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει όταν έχουμε περίσσεια πρωτονίων, οπότε προκύπτει ποζιτρόνιο. Τα στοιχεία που εκπέμπουν αντινοβολία-β τα χρησιμοποιούν στα διυλιστήρια για να μετρούν με ακρίβεια τη ροή ρευστών, αφού τοποθετήσουν μέσα στον σωλήνα ροής ηλεκτρόδια που μετρούν την άφιξη των σωματιδίων-β σε δύο διαφορετικά σημεία, από μια πηγή που βρίσκεται τοποθετημένη εξωτερικά. Από τη διαφορά στους χρόνους άφιξης προκύπτει με ακρίβεια η ροή του ρευστού, είτε είναι αέριο είτε νερό ψύξης. Επίσης στην παραγωγή των πετρελαϊκών προϊόντων έχει αναφερθεί ότι χρησιμοποιείται και λουτήτιο ως καταλύτης.

Τι σχέση έχει το Παρίσι με το όνομα λουτήτιο;

Lutetia Parisiorum ήταν το όνομα μιας προ-ρωμαϊκής πόλης στον χώρο ακριβώς όπου βρίσκεται το σημερινό Παρίσι. Ο Στράβων την ανέφερε ως Λουκοτοκία, ο Πτολεμαίος ως Λευκοτεκία και ο Ιούλιος Καίσαρ ως Λουτέτια. Parisii ήταν η ονομασία, στον πληθυντικό, αυτών που αποτελούσαν ένα κελτικό φύλο από τον 3ο αιώνα π.Χ., με έδρα σε μια νησίδα του Σηκουάνα. Κατά μια εκδοχή, Lutetia σήμαινε κατοικία στη λάσπη.

2.1.16 Νιόβιο (Nb)



Το νιόβιο είναι ένα μεταλλικό στοιχείο που χρησιμοποιείται για την κατασκευή κραμάτων κατάλληλων για μαγνήτες υψηλής ποιότητας. Και οι μαγνήτες υψηλής ποιότητας βρίσκονται σε εγκαταστάσεις όπως αυτή του επιταχυντή πρωτονίων στο CERN ή στο

Πανεπιστήμιο της Φλόριδας, όπου βρίσκεται ο ισχυρότερος μαγνήτης του κόσμου.

Τα ηλεκτρικά φορτία που με την κίνησή τους δημιουργούν ό,τι ονομάζουμε ηλεκτρικό ρεύμα κινούνται σε τροχιές όχι χωρίς τριβές και εμπόδια. Αυτό εκδηλώνεται με τη μορφή θερμότητας των αγωγών ή των μέσων από όπου περνούν. Οσο κατεβαίνει η θερμοκρασία τα εμπόδια και η αντίστοιχη υπερθέρμανση μειώνονται. Μπορούμε να φθάσουμε σε καταστάσεις που ονομάζονται υπεραγώγιμες, όπου τα ηλεκτρόνια κινούνται χωρίς σχεδόν τριβές και απώλειες. Υπεραγωγιμότητα είναι ηλεκτρικό ρεύμα χωρίς θερμότητα [31]. Πώς μπορεί να κατεβεί η θερμοκρασία; Να βρεθεί ο αγωγός μέσα σε ένα «λουτρό» πολύ ψυχρού υγρού όπως είναι το υγρό άζωτο ή κυρίως το υγρό ήλιον. Το ότι είναι υγρά δεν πειράζει και δεν δημιουργεί βραχυκύκλωμα διότι οι αγωγοί αποτελούνται από χιλιάδες λεπτά νήματα με διάμετρο μικρότερη του χιλιοστού και οι αγωγοί αυτοί είναι και μονωμένοι. Σε αυτό όμως το υπερ-ψυχρό περιβάλλον, αν υπάρξει γύρω από τον αγωγό ένα μαγνητικό πεδίο, αυτό δεν μπορεί να εισχωρήσει στο εσωτερικό διότι δημιουργούνται στην επιφάνεια του αγωγού αντιτιθέμενα ρεύματα που με το δικό τους μαγνητικό πεδίο εξουδετερώνουν το εξωτερικό. Στον επιταχυντή του CERN χρησιμοποιούνται αγωγοί με συνολικό μήκος μεγαλύτερο από ένα δισεκατομμύριο χιλιόμετρα και πάχος περίπου 10 φορές λεπτότερο από μια ανθρώπινη τρίχα, που πλέκονται φυσικά σε ογκώδεις «κοτσίδες» με υλικό κατασκευής τους ένα κράμα νιοβίου - τιτανίου και με συνολική μάζα 1.200 τόνους. Σε πλήρη λειτουργία του επιταχυντή περνάει μέσα από τους αγωγούς αυτούς ρεύμα με ένταση 12.800 Αμπέρ, όταν από τη λάμπα μας περνάει ρεύμα 0,3 Αμπέρ. Αυτά τα ρεύματα και οι σπείρες δημιουργούν μαγνητικά πεδία με ένταση 8 Tesla σε μαγνήτες τοποθετημένους διαδοχικά και κυκλικά και ο ρόλος τους είναι να στρίβουν τη δέσμη πρωτονίων μέσα στο τούνελ του επιταχυντή ώστε να ακολουθεί κυκλική τροχιά.

Γιατί το είπαν έτσι

Το νιόβιο ανακάλυψε ο άγγλος χημικός Hatchett το 1801 στο Λονδίνο. Εξετάζοντας κάποια δείγματα ορυκτών στο Βρετανικό Μουσείο, σταλμένο από τις Ηνωμένες Πολιτείες βρισκόταν και ένα κομμάτι από σκούρο και βαρύ για το μέγεθός του υλικό που είχε μείνει εκεί επί 70 χρόνια με την επιγραφή «κολουμβίτης» και τράβηξε την προσοχή του. Το όνομα δεν ήταν περίεργο διότι είχε βρεθεί στην Αμερική και τιμώντας τον Χριστόφορο Κολόμβο του είχαν δώσει αυτό το όνομα. Το θέρμανε με ανθρακικό κάλιο, το πέρασε από νερό παίρνοντας ένα ίζημα που με την προσθήκη οξέος έδωσε ένα οξείδιο, δηλαδή ένωση μετάλλου με οξυγόνο. Το μεταλλικό τμήμα το ονόμασε κολούμβιο. Για χρόνια όμως υπήρχε η αμφιβολία αν επρόκειτο για δύο στοιχεία, το ταντάλιο που εν τω μεταξύ είχε ανακαλυφθεί ξεχωριστά, ή για ένα απλό στοιχείο. Μόλις το 1844 ο Γερμανός Heinrich Rose επιβεβαίωσε ότι ο κολουμβίτης περιείχε και ταντάλιο, που είχε ήδη επιβεβαιωθεί η ύπαρξή του, και ένα ακόμη νέο στοιχείο. Οντας γνώστης κάποιων στοιχείων της ελληνικής μυθολογίας λοιπόν ονόμασε, πολύ λογικά, το στοιχείο αυτό νιόβιο αφού είχε τόσο στενή σχέση με το ταντάλιο. Το 1950 η International Union for Pure and Applied Chemistry (IUPAC) έκανε οριστικά αποδεκτό

το όνομα, αν και μερικοί στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιούν ακόμη μερικές φορές την ονομασία κολούμβιο.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός: 41

Ατομικό βάρος: 92.90638

Σημείο τήξης: 2.468^{o}C

Σημείο ζέσης: 4.742^{o}C

Αριθμός ισοτόπων: 35

Μόνο το νιόβιο-93 είναι φυσικό ισότοπο, ενώ τα υπόλοιπα είναι ραδιενεργά. Μεταξύ αυτών και το νιόβιο-92 με χρόνο ημιζωής 34,7 εκατομμύρια χρόνια.

Πόλεμος και ειρήνη

Νιόβιο βρίσκουμε σε μικρές ποσότητες να είναι αναμεμειγμένο στον χάλυβα για να βελτιώνει τις ιδιότητές του, κυρίως αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε συγκολλήσεις. Άλλωστε και τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούν οι σιδηρουργοί περιέχουν νιόβιο. Επίσης χρησιμοποιούνται κράματα νιοβίου στις εξαγωγές για τα αέρια των πυραυλικών συστημάτων διότι ακόμη και σε θερμοκρασίες όπου φθάνουν να πυρακτώνονται δεν παρουσιάζουν σημάδια οξείδωσης.

Αντιδρά με τα οξέα μόνο όταν είναι πυκνά και σε υψηλές θερμοκρασίες. Γενικά η ζήτησή του παρουσιάζεται αυξημένη τα τελευταία χρόνια. Βασικός παραγωγός με 210.000 τόνους περίπου είναι η Βραζιλία και ακολουθεί ο Καναδάς με μόλις 10.000 τόνους. Τα κράματά του χρησιμοποιούνται και στην αεροναυπηγική αλλά και από καλλιτέχνες. Διότι είναι πολύ πιο εύπλαστο και τείνει να αντικαταστήσει το ακριβότερο και ελαφρύτερο τιτάνιο. Μια γνωστή καλλιτέχνις κοσμημάτων είναι η Anne Marie Shillito, που λέει ότι προτιμά το νιόβιο διότι μεταξύ άλλων έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το τιτάνιο και τα κοσμήματά της έχουν βάρος, αλλά και διότι ρυθμίζοντας την τάση στη διαδικασία της ανοδίωσης, δηλαδή της εναπόθεσης με τη βοήθεια του ηλεκτρισμού τόμων ενός μετάλλου επάνω σε ένα άλλο, μπορεί να επιτυγχάνει πλήθος διαφορετικών χρωμάτων.

Νιόβιο με δύο άτομα σεληνίου δίνει ένα λιπαντικό υλικό που αντέχει ως 1.300 βαθμούς Κελσίου.

Πώς ακριβώς συνδέεται η Νιόβη με τον Τάνταλο;

Για να μην μπερδευόμαστε λοιπόν αναφέρουμε πως το όνομα Νιόβη αναφέρεται σε δύο ηρωίδες της μυθολογίας. Μια Νιόβη ήταν η πρώτη θνητή, «κόρη του πρώτου ανθρώπου», και με αυτήν αναφέρεται ότι ενώθηκε ο Δίας. Εδώ όμως, με τα στοιχεία, επειδή υπάρχει η αναφορά και στο ταντάλιο, πρόκειται για τη Νιόβη, κόρη του Ταντάλου. Απέκτησε επτά γιους και επτά κόρες από τον γάμο της με τον Αμφίωνα και

υπερηφανεύτηκε πως ήταν ανώτερη από τη Λητώ που είχε μόνο τον Απόλλωνα και την Αρτεμη. Ετσι η Λητώ προέτρεψε τα παιδιά της να σκοτώσουν και τα 14 τέκνα της Νιόβης, κάτι που δεν δίστασαν να κάνουν.

Πόσο μεγάλος είναι ο μεγαλύτερος μαγνήτης του κόσμου;

Βρίσκεται στο Mag Lab, τέσσερα χιλιόμετρα μακριά από το Πανεπιστήμιο της Φλόριδας. Πρόκειται για δύο ηλεκτρομαγνήτες, δηλαδή το πεδίο δημιουργείται εξαιτίας της διέλευσης ηλεκτρικού ρεύματος, τοποθετημένους ο ένας μέσα στον άλλον. Ο εξωτερικός λειτουργεί με υπεραγωγιμότητα και φθάνει στα 11 Tesla ένταση πεδίου (το 1 Tesla είναι 20.000 φορές δυνατότερο από το μαγνητικό πεδίο της Γης). Ο εσωτερικός λειτουργεί σε κανονικές θερμοκρασίες και φθάνει στα 35 Tesla. Στο σύνολο παίρνουμε περίπου 46 Tesla, ενώ ο λογαριασμός του ηλεκτρικού φθάνει τα 6 εκατ. δολάρια τον χρόνο.

2.1.17 Ταντάλιο (Ta)



Πέρα από τις συνηθισμένες πληροφορίες που καταχωρίζουμε κάθε φορά στη μερίδα ενός εκάστου από τα στοιχεία, εμφανίζονται και ορισμένες έννοιες με κάποια ιδιαιτερότητα [32]. Και είναι αυτές που δίνουν την ιδιαίτερη γεύση στη σειρά. Το σημερινό στοιχείο λοιπόν, πέρα από την παρουσία του σε κινητά τηλέφωνα, εμφυτεύματα και ηλεκτρονικά μικροεξαρτήματα, συνδέθηκε κάποια στιγμή με τις λεγόμενες «αλατισμένες πυρηνικές βόμβες», που είναι κάτι άλλο από τις «βρώμικες βόμβες».

Το 1950 ο πυρηνικός επιστήμονας και πολιτογραφημένος Αμερικανός από τον καιρό του πολέμου και της κατασκευής της πρώτης ατομικής βόμβας, όπου είχε πρωταγωνιστικό ρόλο, Leo Szilard είχε παρουσιάσει στον κόσμο με άρθρο του τότε μια πιθανή μελλοντική εικόνα του πλανήτη Γη χωρίς κανέναν πλέον ζωντανό κάτοικο, εξαιτίας μιας νέας βόμβας που, έπειτα από σχάση και σύντηξη στον τόπο ρίψης, θα παρήγε αναρίθμητα νετρόνια που θα συναντούσαν το περίβλημα από υλικό να μετατραπεί σε ραδιενεργό και να εκπέμπει για μήνες θανατηφόρα ιονίζουσα ακτινοβολία. Με άλλα λόγια αυτή η «αλατισμένη» (salted) εκδοχή, εκτός από τις καταστροφές εκείνης της στιγμής από το ωστικό κύμα, την ανυπόφορη θερμότητα και τη ραδιενέργεια που θα μοίραζε απλόχερα, θα εγκαθιστούσε και μια πηγή μακροχρόνιας ραδιενεργού μόλυνσης. Οι προτάσεις για αυτές τις βόμβες ξεκινούσαν από ένα περίβλημα κοβαλτίου-60 φθάνοντας και σε ταντάλιο-181. Σύμφωνα με τον σχεδιασμό, η

περιβάλλουσα ποσότητα αυτού του μη ραδιενεργού υλικού θα μετατρεπόταν μετά τον βομβαρδισμό με τα νετρόνια εξαιτίας της έκρηξης σε ταντάλιο-182. Ενα ραδιενεργό ισότοπο με χρόνο ημιζωής 114,4 ημέρες. Δηλαδή σε τρεισήμισι μήνες θα έμενε μόνο η μισή ποσότητα αλλά εν τω μεταξύ θα είχαν παραχθεί 1,12 Mev ακτινοβολίας-γ, όντας επομένως μια μόνιμη πηγή θανατηφόρας μόλυνσης για μισό χρόνο τουλάχιστον.

Η αποκαλούμενη «βρώμικη βόμβα» δεν είναι το ίδιο πράγμα. Βασίζεται σε χημικά εκρηκτικά ενώ περιέχει ταυτόχρονα και ραδιενεργό υλικό ώστε να κάνει και αυτό τη ζημιά του, αλλά σίγουρα διαθέτει μικρότερη καταστροφική ικανότητα. Σε διάφορα σημεία του Διαδικτύου αναφέρεται ότι ουδέποτε δοκιμάστηκε τέτοια βόμβα στην ατμόσφαιρα. Ας ελπίσουμε ότι αυτό τουλάχιστον ισχύει.

Γιατί το είπαν έτσι

Πρώτα πρέπει να θυμηθούμε ποιος ήταν ο Τάνταλος. Αφήνοντας στην άκρη έναν κατάλογο ολόκληρο για τους γονείς και τα βασίλεια που υποτίθεται ότι σχετίζονται με τον Τάνταλο το ουσιαστικό είναι πως όχι μόνο έκλεψε νέκταρ και αμβροσία, τροφές αποκλειστικά θεϊκές, που τις κατέβασε στη Γη, αλλά προσκάλεσε τους ολύμπιους θεούς σε συμπόσιο στο όρος Σίπυλο και, θέλοντας να βάλει σε δοκιμασία την παντογνωσία του Δία, έσφαξε τον δικό του γιο Πέλοπα και πρόσθεσε τα κομμάτια του στο φαγητό που ετοίμαζε για τους θεούς. Οι θεοί δεν ξεγελάστηκαν και, εκτός από το να χάσει το βασίλειό του και να θανατωθεί από τον Δία, στον «άλλο κόσμο» καταδικάστηκε να κρέμεται από ένα πολύκαρπο οπωροφόρο δέντρο και πάνω από μια ελώδη λίμνη. Τα κύματα της λίμνης μερικές φορές φτάνουν ως το πρόσωπό του αλλά κάθε φορά που πάει να πιει υποχωρούν και δεν μένει παρά η μαύρη λάσπη στα πόδια του και λίγο νερό στις παλάμες του που κυλάει ανάμεσα στα δάχτυλά του και οπωσδήποτε δεν φθάνει ως τα σκασμένα από δίψα χείλη του. Το δέντρο είναι φορτωμένο κατ' άλλους μόνο με γλυκά όμορφα σταφύλια και κατ' άλλους με αχλάδια, λαχταριστά μήλα, σύκα, ώριμες ελιές και ρόδια. Οι καρποί αυτοί σχεδόν τον ακουμπούν, μόλις όμως απλώσει το χέρι του διαμιάς απομακρύνονται.

Το ταντάλιο ανακάλυψε ο σουηδός καθηγητής της Χημείας στο Πανεπιστήμιο της Ουψάλας Anders Gustav Ekeberg (1767-1813). Ο καθηγητής αυτός, όντας γνώστης της ελληνικής μυθολογίας, ονόμασε το νέο στοιχείο ταντάλιο, διότι, όπως παραστατικά περιγράφει ο κ. Ν. Κλούρας στο βιβλίο «Η ταυτότητα των χημικών στοιχείων» (εκδόσεις Τραυλός), «το πεντοξείδιο του τανταλίου δεν σχημάτιζε άλατα με κανένα από τα γνωστά οξέα, πράγμα που δυσκόλευε την ανάλυσή του. Το πεντοξείδιο αυτό υπέφερε από δίψα και εν τούτοις δεν μπορούσε να σβήσει τη δίψα του». Εντελώς καθαρό ταντάλιο κατόρθωσαν οι χημικοί να πάρουν μόλις το 1903. Στη βιομηχανία μπήκε το 1922.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	73
Ατομικό βάρος:	180,9479
Σημείο τήξης:	2.996^{o}C
Σημείο ζέσης:	5.425
Πυκνότητα:	16,7 gr/cm^{3}
Αριθμός ισοτόπων:	32

Το ταντάλιο που περισσότερο εμφανίζεται και χρησιμοποιείται αποτελείται από το μη ραδιενεργό ισότοπο Ta-181 σε ποσοστό 99,99%.

Πόλεμος και ειρήνη

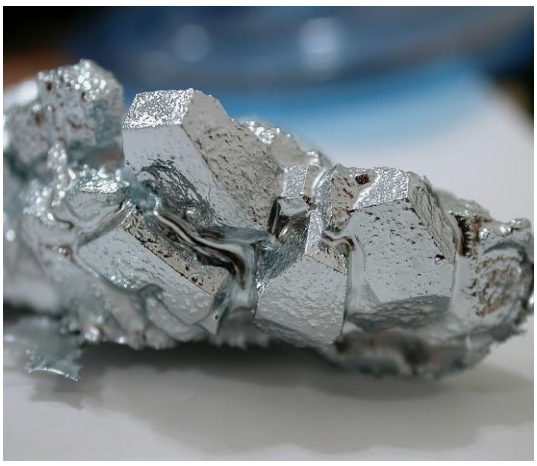
Η Βραζιλία παράγει το 90% των 70.000 τόνων μεταλλεύματος που από αυτό εξάγεται το καθαρό ταντάλιο, ως παραπροϊόν όμως της παραγωγής κασσιτέρου. Οι απαιτήσεις κάθε χρόνο της βιομηχανίας είναι περίπου 1.200 τόνοι. Υπάρχει μια δυσκολία στον διαχωρισμό του από το πολύ συγγενές νιόβιο και όταν είναι καθαρό χρησιμοποιείται κυρίως σε τέσσερις διαφορετικούς τομείς: σε εφαρμογές όπου εμφανίζονται υψηλές θερμοκρασίες αφού τήκεται κοντά στους 3.000 βαθμούς Κελσίου, σε εμφυτεύματα, σε ηλεκτρονικές συσκευές και εκεί όπου οι χημικές ουσίες είναι πολύ διαβρωτικές. Αυτή άλλωστε η ικανότητα το έχει κάνει περιζήτητο όταν χρειάζεται να προφυλαχθούν οι επιφάνειες άλλων μετάλλων από τη διάβρωση. Ακόμη και σε πάχος 100 εκατομμυριοστών του μέτρου παρέχει προφύλαξη. Και όχι μόνο προφυλάσσει αλλά μονώνει κιόλας. Άρα λειτουργεί σαν διηλεκτρικό υλικό που επιτρέπει την κατασκευή πολύ μικρών σε όγκο πυκνωτών. Οι πυκνωτές τανταλίου σήμερα βρίσκονται και σε φορητούς υπολογιστές αλλά και σε κινητά τηλέφωνα.

Οξείδια του τανταλίου που έχουν μεγάλο δείκτη διάθλασης, δηλαδή επιτρέπουν σε φωτεινές ακτίνες να περνούν αλλάζοντας όμως πορεία με αρκετά μεγάλη γωνία, χρησιμοποιούνται στην κατασκευή φακών για φωτογραφικές μηχανές.

Πώς προέκυψε αυτό το «salted bomb»;

Οπως αναλύθηκε πριν, έχουμε την ιδέα ενός πυρηνικού όπλου που, εκτός από την όποια καταστροφή επιφέρει τη στιγμή της έκρηξής του, είναι έτσι φτιαγμένο ώστε πέφτοντας στην επιφάνεια της Γης τα κατάλοιπα της βόμβας να εγκαθιστούν μια πηγή ραδιενεργού μόλυνσης που μένει εκεί για πολλούς μήνες. Πρόκειται λοιπόν για μια βόμβα εμπλουτισμένη με μία ακόμη δράση, και αυτό αρκετά κυνικά αποκαλείται «αλάτισμα», δηλαδή μια έξτρα γεύση. Ακόμη πιο κυνικά θεωρείται και ότι αλατίζεται η περιοχή, δηλαδή καθίσταται αβίωτη και προφανώς ακατοίκητη σαν να έριξες αλάτι στο χώμα.

2.1.18 Γάλλιο (Ga)



Κάθε τόσο βγαίνει και από αυτήν εδώ τη σειρά ότι υπάρχουν αρκετά στοιχεία στο Περιοδικό Σύστημα που βρίσκονται μέσα στο σπίτι μας αλλά δεν τους έχουμε δώσει και τόση σημασία ως σήμερα. Ένα από αυτά είναι και το γάλλιο. Το 1997 μια νέα τεχνολογία αναδύθηκε που επέτρεπε μια ολόκληρη κινηματογραφική ταινία, με τα χρώματά της και τον ήχο της, να κλείνεται μέσα σε έναν δίσκο σε μέγεθος τηγανίτας. Ήταν η εποχή του DVD [33]. Το 2006 εμφανίστηκε μία ακόμη πιο προχωρημένη τεχνική εναποθήκευσης στοιχείων πάλι σε έναν τέτοιο δίσκο με το περίεργο και ανορθόγραφο όνομα Blu Ray. Αν θέλει ο καταναλωτής να απολαμβάνει την προβολή ενός έργου με εικόνα High Definition (HD) χρειάζεται ένα «χρωματολόγιο» (εύρος συχνοτήτων ή Bandwidth είναι το σωστό όνομα) πέντε φορές μεγαλύτερο και έναν δίσκο με πολύ μεγαλύτερη χωρητικότητα. Η κάθε μία μικροσκοπική πληροφορία που συγκροτεί τελικά το όλο σώμα οποιασδήποτε ταινίας είναι αποτυπωμένη στον λεπτό δίσκο με τη μορφή μιας μικρής κοιλότητας. Και έρχεται, όταν θέλουμε να αναπαραχθεί αυτή η πληροφορία, η κεφαλή ανάγνωσης να. ψηλαφίσει την πίσω πλευρά της κοιλότητας, το εξόγκωμα δηλαδή. Για την ανάγνωση του περιεχομένου των DVD χρησιμοποιείται μια κόκκινη ακτίνα λέιζερ. Για τα Blu Ray η ακτίνα είναι μπλε και έχει μήκος κύματος μικρότερο κατά το ένα τρίτο περίπου ως προς το μήκος κύματος της κόκκινης (650 νανόμετρα η κόκκινη, 405 νανόμετρα η μπλε). Όσο πιο μικρό το μήκος κύματος τόσο πιο μικρή χρειάζεται να είναι και η κάθε κοιλότητα. Έτσι από τα 0,74 εκατομμυριοστά του μέτρου μπόρεσαν να πάνε στα 0,32, άρα στον δίσκο με τεχνολογία Blu Ray χωρούν τουλάχιστον 25 Gigabytes, περίπου πέντε φορές περισσότερα από ό,τι στα DVD. Αυτή λοιπόν η μπλε και τόσο προικισμένη ακτίνα οφείλεται στο στοιχείο γάλλιο.

Γιατί το είπαν έτσι

Με το όνομα έχουμε μια μικρή ιστορία με άρωμα συνωμοσίας. Το 1871 ο άνθρωπος που με αφάνταστη υπομονή είχε ξεκινήσει να χτίζει τον Πίνακα με τα Στοιχεία συστηματικά τοποθετημένα, ο Ντμίτρι Μεντελέγεφ, είχε προβλέψει ότι μετά το αργίλιο στη διπλανή ακριβώς θέση θα έπρεπε να υπάρχει ένα στοιχείο που τότε δεν είχε ανακαλυφθεί. Ο Μεντελέγεφ αμφισβητήθηκε πολύ έντονα διότι το «σύστημά» του ήταν εντελώς θεωρητικό. Τον Αύγουστο του 1875 ο Paul Emile le Coq de Boisbaudran, χωρίς να έχει ιδέα για την πρόβλεψη του συναδέλφου του, στο ιδιωτικό του εργαστήριο, παρατήρησε ότι σε ορυκτό υλικό που περιείχε κυρίως θείο και ψευδάργυρο (σφαλερίτης, ZnS), όταν του έκανε ηλεκτρόλυση σε διάλυμα υδροξειδίου του καλίου, υπήρχε και κάτι που έδινε στο φασματοσκόπιο στα 405 νανόμετρα και μια μπλε γραμμή στο φάσμα

εκπομπής. Στις 6 Δεκεμβρίου του ιδίου έτους παρουσίαζε τα σχετικά με αυτό στη Γαλλική Ακαδημία Επιστημών και ονόμαζε το στοιχείο γάλλιο, από το όνομα Γαλλία, όπως σκέφθηκαν οι περισσότεροι. Οπου Γαλλία είναι το πώς αποκαλούσαν οι Ρωμαίοι τη γειτονική προς αυτούς περιοχή προς δυσμάς. Κάποιοι λίγοι όμως έκαναν μια πιο προχωρημένη σκέψη. Επειδή Le Coq σημαίνει στα γαλλικά κόκορας και στα λατινικά ο κόκορας είναι Gallus, μήπως ο πονηρός Boisbaudran είχε απαθανατίσει το δικό του όνομα στο γάλλιο;

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός: 31

Ατομικό βάρος: 69.723

Σημείο τήξης: 29.7646^{o}C

Σημείο ζέσης: 2.403^{o}C

Πυκνότητα: 5,9 gr/cm^{3}

Αριθμός ισοτόπων: 31

Είναι ένα μέταλλο με παράξενη συμπεριφορά. Λιώνει όταν το κρατήσουμε στο χέρι μειώνοντας τον όγκο του. Επίσης, επειδή το σημείο ζέσης είναι στους 2.400 βαθμούς περίπου, σε όλη αυτή την περιοχή από 30 ως 2.400 μπορεί να είναι σε υγρή κατάσταση, κάτι που το κάνει κατάλληλο για θερμόμετρα υψηλών θερμοκρασιών.

Το γάλλιο έχει πυκνότητα 5,9 gr/cm^{3} στους 29,6 βαθμούς Κελσίου και 6,09 gr/cm^{3} μόλις δύο δέκατα του βαθμού πιο ψηλά, όπου έχει μετατραπεί σε υγρό.

Πόλεμος και ειρήνη

Πιο πριν το γάλλιο ήταν γνωστό από το ημιαγωγό υλικό GaAs (αρσενικούχο γάλλιο), που χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείται και στην κατασκευή των γνωστών μας φωτοηλεκτρικών διόδων LED (Light Emitting Diodes) αλλά και στην κατασκευή φωτοβολταϊκών κυκλωμάτων που έχουν σταλεί ως και στον πλανήτη Άρη. Αλλά η ένωση του γαλλίου με το άζωτο, το GaN, έρχεται δυναμικά στην παραγωγή. Στα μέταλλα η ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται να προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο για να αποσπαστεί από το συγκεκριμένο άτομό του και να περιφέρεται μέσα στο κρυσταλλικό του πλέγμα είναι πολύ μικρή, λιγότερη από ένα δέκατο της μονάδας eV (ηλεκτρονιοβόλτ). Στους μονωτές είναι αρκετά πιο μεγάλη, 4 eV, γι' αυτό και εκεί δεν κυκλοφορεί ρεύμα, ενώ στους ημιαγωγούς έχει ενδιάμεσο μέγεθος. Στο υλικό GaN η τιμή βρίσκεται στα 3 eV και αυτό ήταν κάτι που ζητούσαν καιρό οι βιομηχανίες διότι πλέον μπορούν να χρησιμοποιούνται ακτίνες μικροκυμάτων με ακόμη μεγαλύτερη ενέργεια και γι' αυτό πέρα από τα Blu Ray επεκτάθηκαν οι εφαρμογές τους και στα ραντάρ και στα δίκτυα των κινητών τηλεφώνων.

Γιατί γράφεται το μπλε στα αγγλικά τόσο ανορθόγραφα κάθε φορά που αναφερόμαστε στο Blu(e) Ray;

Γιατί έτσι το θέλει να γράφεται η εταιρεία που δημιούργησε αυτόν τον δίσκο αποθήκευσης. Προφανώς το όνομά του προκύπτει από την μπλε ακτίνα του γαλλίου αλλά, όπως λένε οι ίδιοι, δεν θα μπορούσαν να κατοχυρώσουν εμπορικά τη λέξη «blue», οπότε έκοψαν το e και κατοχύρωσαν κάτι λειψό έστω αλλά εντελώς κατασκευασμένο.

Με τα νετρίνα τι σχέση έχει;

Χρησιμοποιείται σε τεράστιες ποσότητες για την ανίχνευση των τόσο φευγάτων αυτών σωματιδίων που μας στέλνει με εντατικούς ρυθμούς ο Ήλιος αλλά δύσκολα παγιδεύονται εδώ στη Γη. Στην Ιταλία, στα Laboratori Nazionali di Gran Sasso, χρησιμοποιήθηκε γάλλιο-71 με τη μορφή διαλύματος χλωριούχου γαλλίου. Διότι, αν ένα νετρίνο τύχει να αντιδράσει με γάλλιο-71, εκπέμπεται τελικά ένα ηλεκτρόνιο και προκύπτει γερμάνιο-71, ένα ραδιενεργό ισότοπο με χρόνο ημιζωής 11,43 ημερών.

2.1.19 Ίνδιο (In)



Ακούμε και διαβάζουμε για φωτοβολταϊκά στοιχεία αλλά το μυαλό πόσων ανθρώπων τα συνδέει με ένα στοιχείο που λέγεται ίνδιο; Οι περισσότεροι γνωρίζουν βέβαια ότι με τις διατάξεις αυτές, που «φύτρωσαν» ξαφνικά και απείλησαν να εκτοπίσουν διάφορες καλλιέργειες από τους ελληνικούς αγρούς, μπορούμε από το ηλιακό φως να πάρουμε ηλεκτρική ενέργεια [34]. Η ενέργεια που από τον Ήλιο ακτινοβολείται προς όλες τις κατευθύνσεις συσκευάζεται σε απειροελάχιστα μικρά πακέτα που λέγονται φωτόνια. Αυτά, με τη σειρά τους, φθάνοντας στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού συναντούν ένα ημιαγωγό υλικό, όπως λέγεται, από όπου μπορούν σχετικά εύκολα να αποσπαστούν ηλεκτρόνια. Κάτι σαν το μπιλιάρδο όπου η λευκή μπίλια με την πτώση της δίνει ενέργεια στις άλλες. Αυτό βέβαια δεν είναι παρά η μισή δουλειά, γιατί όλα αυτά τα ξεσπιτωμένα από τα άτομά τους ηλεκτρόνια πρέπει κάπου να κατευθυνθούν. Όπως περίπου όταν γέρνουμε ένα δοχείο τόσο όσο χρειάζεται για να αδειάσει από το περιεχόμενό του.

Αυτή την «κλίση» την επιτυγχάνουμε εδώ εμφυτεύοντας κάποια άλλα άτομα στο πυρίτιο, δημιουργώντας δηλαδή προσμείξεις. Μερικές από αυτές δημιουργούν περίσσευμα ηλεκτρονίων και άλλες έλλειψη οδηγώντας μας εντελώς αφαιρετικά να λέμε ότι έχουμε οπές που κινούνται με τρόπο αντίθετο από αυτό των ηλεκτρονίων. Όταν

έλθουν σε επαφή πυρίτιο με επιπλέον ηλεκτρόνια και πυρίτιο με οπές, τα ηλεκτρόνια περνούν τα σύνορα και διαχέονται στην άλλη περιοχή. Έχουμε τότε μια περιοχή όπου λείπουν ηλεκτρόνια, άρα είναι θετικά φορτισμένη, και εκεί όπου πήγαν, επειδή αυξήθηκαν, είναι αρνητικά φορτισμένη. Έχουμε πλέον ηλεκτρικό πεδίο αντίστοιχο με την κλίση του δοχείου που λέγαμε πριν και αυτό το πεδίο θα κατευθύνει τα ηλεκτρόνια.

Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο παρατηρήθηκε από τον 19χρονο τότε Γάλλο Bequerel το 1836 που έκανε δοκιμές στο εργαστήριο του πατέρα του. Μόνο που για μερικά χρόνια υπήρχε το εξής εύκολα κατανοητό αλλά δύσκολο τεχνικά πρόβλημα: τα ηλεκτρόνια για να αποσπαστούν χρειαζόταν να δεχθούν μια μίνιμουμ ενέργεια ώστε να καταφέρουν να υπερνικήσουν την έλξη που τα κρατούσε δεσμευμένα στο άτομό τους και να περάσουν το χάσμα που τα χώριζε από την ελευθερία. Διότι όσα φωτόνια είχαν μικρότερη από αυτή την ενέργεια πήγαιναν χαμένα, δεν πετύχαιναν να εξορύξουν ηλεκτρόνια.

Από το 1970 και μετά που εμφανίστηκε η πετρελαϊκή κρίση η τιμή των διατάξεων αυτών άρχισε να γίνεται ελκυστική. Δημιουργήθηκαν μάλιστα σύνθετα κύτταρα από διάφορα υλικά που έμπαιναν το ένα επάνω στο άλλο φτιάχνοντας σάντουιτς από ημιαγωγά υλικά διότι το καθένα από αυτά διέθετε και μικρότερο ενεργειακό χάσμα που η υπερπήδησή του οδηγούσε στην ελευθερία. Βάζοντας λοιπόν το ένα επάνω στο άλλο τα υλικά κατά φθίνουσα τάξη μεγέθους στο ενεργειακό χάσμα τους εκμεταλλεύονται όσο μπορούν περισσότερο και τα φωτόνια με μικρότερη ενέργεια. Συνήθως καταφέρνουν να επηρεάσουν το μέγεθος του ενεργειακού άλματος που απαιτείται δημιουργώντας ένα μόριο από άτομα διαφόρων στοιχείων και εκεί παίζει δυνατά το ίνδιο [35]. Και εκτός αυτού, είναι ένα από τα υλικά των προσμείξεων που δημιουργούν τις χρήσιμες «οπές» στα ολοκληρωμένα κυκλώματα. Είναι ένα αφανές αλλά πολύ χρήσιμο και κάπως σπάνιο υλικό.

Γιατί το είπαν έτσι

Indicum στα λατινικά σήμαινε μια συγκεκριμένη φυτική χρωστική ουσία, με προέλευση κυρίως την Ινδία. Αυτή είχε το χαρακτηριστικό χρώμα που λέμε σήμερα λουλακί. Το indicum έγινε indigo και έμεινε έτσι ως σήμερα, αν και δεν χρησιμοποιείται πια τόσο πολύ το λουλάκι. Όταν ο Γερμανός Reich το 1863 εξέταζε ένα δείγμα θειούχου ψευδαργύρου, γνωστού ως σφαλερίτη, διαπίστωσε ότι ένα ίζημα που έπαιρνε έδινε φάσμα διαφορετικό από ό,τι περίμενε. Κάλεσε και έναν συνάδελφό του, τον Richter, γιατί ο ίδιος υπέφερε από αχρωματοψία και έμαθε ότι στο φασματοσκόπιο η ουσία αυτή έδινε μια γραμμή με το χρώμα αυτό, το indigo, και έτσι το νέο στοιχείο ονομάστηκε ίνδιο. Δημοσίευσαν και μια εργασία σχετικά με το νέο στοιχείο, αλλά η κοινή δουλειά επάνω σ' αυτό, αντί να τους ενώσει, τους έκανε εχθρούς, γιατί ο Reich θύμωσε όταν έμαθε πως ο Richter παρουσιαζόταν ως ο μόνος που ανακάλυψε το ίνδιο.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	49
Ατομικό βάρος:	114.818
Σημείο τήξης:	156.59^{o}C
Σημείο ζέσης:	2.080 ^{o}C
Αριθμός ισοτόπων:	39

Πόλεμος και ειρήνη

Δεν έχει βρεθεί ακόμη σημείο στη Γη από όπου να μπορεί να εξορυχθεί μόνο του το ίνδιο. Έτσι η παραγωγή του στηρίζεται στην ύπαρξή του συνήθως στα μεταλλεύματα τα σχετικά με τον ψευδάργυρο, όπως είναι η περίπτωση του σφαλερίτη, οπότε προκύπτει ως παραπροϊόν του ψευδαργύρου και στην ανακύκλωση από άλλες συσκευές. Η ζήτησή του όμως αυξάνεται διότι χρησιμοποιείται, πέρα από τα φωτοβολταϊκά, και σε αρκετές πλέον εφαρμογές που απαιτούν υψηλή τεχνολογία. Τέτοιες είναι: υγροί κρύσταλλοι, οθόνες αφής, φωτοβολταϊκά λεπτού φιλμ, συσκευές υπερ-υψηλού κενού, ράβδοι ελέγχου των πυρηνικών αντιδραστήρων, καθρέφτες που δεν οξειδώνονται έστω και αν είναι εκτεθειμένοι στα στοιχεία της φύσης.

Υπολογίζεται ότι το 70% περίπου καταναλώνεται σε μια ένωση με κασσίτερο και οξυγόνο, γνωστή πιο πολύ ως ITO (Indium-Tin-Oxygene). Ενα στερεό διάλυμα οξειδίου του ινδίου (90%) με οξείδιο του κασσιτέρου (10%), που είναι διαφανές και άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Ετσι βρίσκεται σαν πολύ λεπτή επιφάνεια να καλύπτει τζάμια αεροπλάνων που όταν πάνε να πιάσουν πάγο εύκολα περνώντας ηλεκτρικό ρεύμα αυτό αποφεύγεται. Μπορεί να απλωθεί σε γυάλινες επιφάνειες και να πιάσει πολύ καλά γιατί παρουσιάζει συνάφεια με το γυαλί. Ανακατεύοντας 76% γάλλιο και 24% ίνδιο, τα μόρια που προκύπτουν είναι πολύ χαλαρά συνδεδεμένα μεταξύ τους και αυτό επιτρέπει να έχουμε ένα υγρό με ιδιότητες μετάλλου όπως ο υδράργυρος, ακόμη και σε 16 βαθμούς Κελσίου, αλλά χωρίς την τοξικότητα του υδραργύρου και έτσι να χρησιμοποιείται πλέον και στους υγρούς καθρέφτες των τηλεσκοπίων.

Στον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο χρησιμοποιήθηκε για τα σφαιρίδια των τριβέων (ρουλεμάν) στα αεροπλάνα για να μη χρειάζονται λιπαντικά και σήμερα στα αυτοκίνητα της Formula 1.

Επίσης με τη μορφή λεπτών μεμβρανών από το κράμα 80% άργυρος, 15% ίνδιο και 5% καίσιο βυθίζεται στους πυρηνικούς αντιδραστήρες και επιτρέπει τον έλεγχο στο τι γίνεται εκεί κάτω διότι συλλαμβάνει με αρκετή επιμέλεια τα θερμά νετρόνια.

Όταν αρχίσουμε να παραμορφώνουμε ένα λεπτό κομμάτι του ινδίου ακούγεται ένα ελαφρύ στρίγκλισμα που οφείλεται στις παραμορφώσεις του κρυσταλλικού πλέγματός του, που είναι τετράγωνο εδροκεντρωμένο και παραμορφώνεται κάτω από τις δικές μας κινήσεις.

2.1.20 Γερμάνιο



Αναμενόμενο σήμερα να πάρει σειρά το γερμάνιο, ένα στοιχείο που ο καθένας μπορεί να μαντέψει ότι το όνομά του έχει σχέση με την ηγεμονεύουσα τα τελευταία χρόνια χώρα της Κεντρικής Ευρώπης. Μόνο που πριν από τριάντα πέντε περίπου χρόνια το στοιχείο αυτό συνδέθηκε με μια δήθεν θαυματουργή θεραπεία και ένα ανάλογα δήθεν όνομα. «Θαυματουργή Θεραπεία: Οργανικό Γερμάνιο» λεγόταν το βιβλίο ενός Ιάπωνα, του Kazuhiko Asai, που από το 1945 έκανε έρευνες σε σχέση με την επίδραση του «οργανικού γερμανίου» σε διάφορες ασθένειες.

Τι είναι όμως το οργανικό γερμάνιο; Είναι μια ένωση του γερμανίου με συγκροτήματα ατόμων που περιέχουν και άνθρακα. Η λέξη οργανικό μπήκε για λόγους καλύτερης εμπορικής διακίνησης αφού παρέπεμπε σε κάτι πιο υγιεινό και από φάρμακο, με τη διαφήμιση να υποστηρίζει ότι τα συμπληρώματα με αυτή την ουσία βελτίωναν το ανοσοποιητικό σύστημα, την πρόσληψη οξυγόνου και την καταστροφή των οξειδωτικών ουσιών [36]. Το 1988 η φήμη του έφθασε στο υψηλότερο σημείο της εξαιτίας ενός βιβλίου που έγραψε η Sandra Goodman, μια καναδικής καταγωγής μοριακή βιολόγος εγκατεστημένη στο Λονδίνο, που το εξυμνούσε και από εκεί άρχισε η κάθοδος, αφού ήλθε σε σύγκρουση με το γνωστό ιατρικό περιοδικό «The Lancet» ενώ το βρετανικό υπουργείο Υγείας σε ανακοίνωσή του χαρακτήριζε τα συμπληρώματα με το γερμάνιο επικίνδυνα για την υγεία και χωρίς ουσιαστικό αποτέλεσμα. Παρ' όλα αυτά ακόμη και σήμερα βρίσκεις στο διαδικτυακό εμπόριο μπουκαλάκια με 50 γραμμάρια αυτού του γερμανίου με 150 δολάρια [37].

Γιατί το είπαν έτσι

Δύο στοιχεία του περιοδικού συστήματος έχουν όνομα που σχετίζεται με χώρα. Το ένα είναι το γερμάνιο. Ανακαλύφθηκε από τον Clemens A. Winkler (1838 -1902) στην πόλη Freiberg της Γερμανίας το 1886. Είναι βέβαια αξιοθαύμαστο πώς ο Μεντελέγεφ, ο αρχιτέκτονας του Περιοδικού Συστήματος, είχε προβλέψει πως έπρεπε να υπάρχει ένα στοιχείο, αν και στην εποχή του δεν είχε βρεθεί, ακριβώς κάτω από το πυρίτιο με ατομικό βάρος κοντά στο 71. Τον Σεπτέμβριο του 1885 ένας μεταλλωρύχος βρίσκει σε βάθος 460 μέτρων κοντά στην πόλη Freiberg κάποιο πρωτόγνωρο μετάλλευμα. Εφθασε τελικά στα χέρια του Winkler που βρήκε πως εκτός από άργυρο και θείο υπήρχε κάτι άγνωστο. Επειτα από έξι μηνών έρευνα κατέληξε στις ιδιότητες του γερμανίου, το τοποθέτησε εκεί που είχε προφητέψει ο Μεντελέγεφ και του έδωσε ένα όνομα που απαθανάτιζε την πατρίδα του, τη Γερμανία. Το αρχικό ορυκτό ήταν ο λεγόμενος αργυροδίτης.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός: 32

Ατομικό βάρος: 72,61

Σημείο τήξης: 938^{o}C

Σημείο ζέσης: 2.830^{o}C

Αριθμός ισοτόπων: 32

Είναι ένα εύθρυπτο μεταλλοειδές, δίνει δηλαδή την εντύπωση μετάλλου μακροσκοπικά, αλλά στην πραγματικότητα ανήκει στους λεγόμενους ημιαγωγούς, όπως θα εξηγήσουμε.

Πόλεμος και ειρήνη

Το καθαρό γερμάνιο είναι σκληρό στην αφή αλλά θρυμματίζεται εύκολα, η κρυσταλλική δομή του θυμίζει αυτή που έχει και το διαμάντι, οι χημικές ιδιότητές του είναι παρόμοιες με αυτές του πυριτίου. Στη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου ο Karl Lark-Horovitz στο Πανεπιστήμιο Purdue παρατήρησε ότι το γερμάνιο, αν και δεν είναι τόσο καλός αγωγός του ηλεκτρισμού όπως τα διάφορα μέταλλα, αλλά ένας ημιαγωγός, μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε συσκευές που χρειαζόταν να μετατρέπουν το εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές μικρής έντασης αυξάνοντας και τη διάρκεια ζωής τους. Έτσι, εκτός από τις καθαρά στρατιωτικές εφαρμογές στη διάρκεια του πολέμου, μπήκε στη συνέχεια και στις συσκευές καθημερινής χρήσης με αποκορύφωμα βέβαια τη χρήση του ως βασικού υλικού για τα τρανζίστορ και τα ολοκληρωμένα κυκλώματα, δηλαδή τα μικροσκοπικά εκείνα κομμάτια ανόργανης ύλης που πάνω τους, με τεχνικές μικροσκοπικής εγχάραξης, βρίσκονται χιλιάδες, αόρατα με γυμνό μάτι, κυκλώματα αποτυπωμένα και σε λειτουργία.

Εκτός από τις λίγες τοποθεσίες εδώ στη Γη που υπάρχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις γερμανίου, όπως είναι η Ρωσία και στη Γιούτα και το Κολοράντο στις Ηνωμένες Πολιτείες, στην ατμόσφαιρα του πλανήτη Δία διαπιστώθηκε ύπαρξη γερμανίου όπως και σε μακρινά άστρα, τους ερυθρούς γίγαντες.

Γερμάνιο επίσης θα βρούμε αν ψάξουμε εκεί όπου υπάρχουν οι νέου τύπου ανιχνευτές εκρηκτικών και άλλων επικίνδυνων αντικειμένων που ψάχνουν κάτω από τα ρούχα των επιβατών.

Πώς «βλέπουν» κάτω από τα ρούχα οι ανιχνευτές αυτοί;

Είναι οι λεγόμενοι backscatter που πραγματικά γδύνουν τους επιβάτες δείχνοντας ό,τι έχουν κάτω από τα εξωτερικά ρούχα, από εσώρουχα έως τυχόν μαχαίρια και εκρηκτικά. Χρησιμοποιούν Ακτίνες Χ χαμηλής ενέργειας που φθάνουν το πολύ μέχρι το δέρμα ή και πολύ λίγο κάτω από αυτό και μετά ανακλώνται και συλλαμβάνονται από πολύ ευαίσθητους ανιχνευτές που λειτουργούν με κρυστάλλους ημιαγωγών πολύ καθαρής

μορφής, διότι οι τυχόν προσμείξεις δημιουργούν προβλήματα αγωγιμότητας με αποτέλεσμα οι χαμηλής ενέργειας ανακλώμενοι από το σώμα και τα ρούχα παλμοί που φθάνουν να μη δίνουν καθαρή εικόνα. Επίσης, επειδή δεν διαπερνούν το σώμα αυτές οι ακτίνες όπως στις κλασικές ακτινογραφίες, χρειάζεται στο αεροδρόμιο να λαμβάνονται δύο εικόνες, μία μετωπική και μία εκ των όπισθεν.

Πώς του ήρθε του Ασάι να ψάξει για το γερμάνιο;

Στην αρχή ο Ασάι, που δεν ζει πια, έψαχνε για το πώς να εξορύσσεται καλύτερα και να χρησιμοποιείται ο άνθρακας. Αλλά παρατήρησε πως απολιθωμένα φυτά που έβρισκε μέσα στα ανθρακούχα κοιτάσματα περιείχαν γερμάνιο. Από εκεί έφθασε στο οργανικό γερμάνιο και σε φυτά που το περιέχουν άφθονο, όπως είναι το τζινσένγκ, το σκόρδο και η αλόη, αλλά αποδείχθηκε πως κόστιζε πολύ ακριβά τότε η ανάκτησή του από αυτά.

2.1.21 Θάλλιο



Διάσημη συγγραφέας αστυνομικών μυθιστορημάτων εμπνέεται για κάποιο από τα έργα της από τις καταστρεπτικές δυνατότητες ενός δηλητηρίου. Αργότερα, μια νοσοκόμα, έχοντας διαβάσει το αστυνομικό αυτό μυθιστόρημα, βρίσκει τη λύση για το πώς θα σωθεί ένα παιδί που κινδύνευε να πεθάνει [38].

Από τα αναρίθμητα δηλητήρια που υπήρχαν ως τότε, χάρη στην επίμονη αναζήτηση και την εφευρετικότητα ορισμένων ανθρώπων ανά τους αιώνες, η Αγκάθα Κρίστι διάλεξε το θάλλιο για μια σειρά φόνων στο έργο της «Φόνοι υπό εχεμύθεια» («The Pale Horse»). Σε 300 σελίδες εκτυλίσσεται η αρκετά πολύπλοκη υπόθεση του έργου, για τους ανεξιχνίαστους θανάτους που συμβαίνουν στο παλιό πανδοχείο «Το Χλωμό Αλογο» («The Pale Horse»). Το χρήσιμο για τη διάσημη συγγραφέα σε σχέση με το θάλλιο ήταν ότι δίνει τόσο διαφορετικά συμπτώματα στην αρχή ενώ τελικά καταλήγει σχεδόν σίγουρα σε θάνατο, δημιουργώντας την εντύπωση ότι οι θάνατοι δεν μπορούν να συσχετιστούν μεταξύ τους.

Το 1977 ένα κορίτσι 19 μηνών από το Κατάρ μπήκε σε αγγλικό νοσοκομείο σε κακή κατάσταση, αλλά οι γιατροί του Hammersmith Hospital δεν μπορούσαν να αντιμετωπίσουν την κατάστασή του, που γινόταν ημέρα με την ημέρα χειρότερη. Τελικά τη λύση έδωσε μια νοσοκόμα υποδεικνύοντας στους γιατρούς ότι η αιτία μπορεί να ήταν δηλητηρίαση από θάλλιο. Και αυτό διότι είχε διαβάσει το μυθιστόρημα της Αγκαθα Κρίστι και θυμόταν τι είχε συμβεί σε αυτό. Ετσι το κοριτσάκι σώθηκε.

Γιατί το είπαν έτσι

Το όνομά του το στοιχείο αυτό, όπως και άλλα βέβαια, το οφείλει στην ελληνική γλώσσα αλλά και στις εξαιρετικές γνώσεις της αρχαίας ελληνικής που διέθεταν (και διαθέτουν ακόμη) αρκετοί ξένοι επιστήμονες. Ο νεαρός χημικός William Crookes, στο Royal College of Chemistry, κοιτάζοντας στο φασματοσκόπιό του παρατήρησε εξετάζοντας κάποιο πέτρωμα μια πράσινη γραμμή εκεί που δεν το περίμενε. Υπέθεσε από την αρχή πως επρόκειτο για καινούργιο στοιχείο και το πράσινο χρώμα του τού έδωσε την αφορμή να το συνδυάσει με το αρχαίο ελληνικό ρήμα «θάλλω», που σημαίνει βγάζω νέους πράσινους βλαστούς. Οι προσδοκίες του ήταν μεγάλες σε σχέση με αυτή την ανακάλυψη διότι ήθελε να τη χρησιμοποιήσει για να εκλεγεί μέλος της Royal Society, αν και κάπου πήγε να στραβώσει η όλη επιχείρηση.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	81
Ατομικό βάρος:	204,3833
Σημείο τήξης:	304^{o}C
Σημείο ζέσης:	1.457 ^{o}C
Αριθμός ισοτόπων:	37

Είναι αρκετά διαδεδομένο στη φύση και βρίσκει εύκολα τον δρόμο από τις ρίζες των φυτών στα φύλλα και στους καρπούς, και από εκεί στο ανθρώπινο σώμα.

Πόλεμος και ειρήνη

Διάφορα καθεστώτα αμφιβόλου ηθικής έχουν προσπαθήσει να απαλλαγούν από εσωτερικούς κυρίως εχθρούς, δηλαδή ομοεθνείς τους, κάνοντας χρήση θαλλίου. Ο Σαντάμ Χουσεΐν, για παράδειγμα, όταν ήταν στα πράγματα στις δεκαετίες του '80 και του '90 το χρησιμοποίησε εναντίον των αντιπάλων του, αλλά και το 2008 πάλι στο Ιράκ είχαμε ανάμειξη θαλλίου σε κέικ που προσφέρθηκαν στα μέλη αθλητικού συλλόγου με εννέα δηλητηριάσεις και από αυτές οι δύο κόστισαν τη ζωή σε δύο μικρά παιδιά.

Είναι τόσο τοξικό ώστε έχουν δηλητηριαστεί άνθρωποι που ήπιαν γάλα από αγελάδες οι οποίες είχαν φάει μελάσα από ζαχαροκάλαμα ραντισμένα με θάλλιο που χρησιμοποιήθηκε ενάντια στους ποντικούς των χωραφιών.

Προκύπτει συνήθως ως παραπροϊόν της μεταλλουργίας άλλων στοιχείων πιο χρήσιμων, όπως χαλκός, ψευδάργυρος, μόλυβδος. Υπάρχουν αποθέματα στη Γη περίπου 600.000 τόνων, ενώ η παγκόσμια παραγωγή είναι περίπου 30 τόνοι τον χρόνο.

Το παράδοξο είναι ότι παλαιότερα χρησιμοποιήθηκε ακόμη και σαν φάρμακο, ενώ τελευταία επανήλθε με τη μορφή αρώματος και την ονομασία, ακριβώς, Thallium. Λόγω του ότι η σύσταση των αρωμάτων κρατείται μυστική, όσοι ήξεραν περί θαλλίου εύχονταν να πρόκειται απλώς για μια λάγνα έλξη του εμπνευστή όλης αυτής της ιστορίας

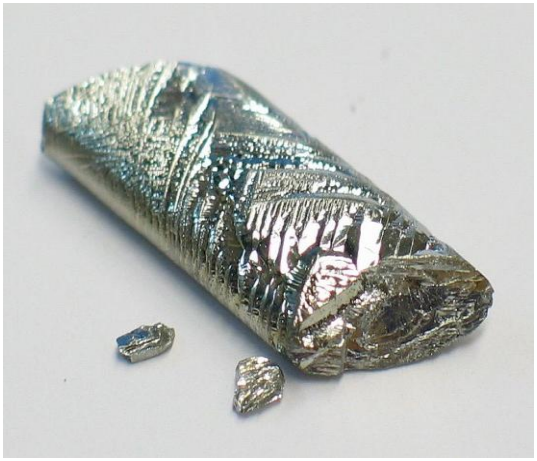
προς το όνομα και να μην περιέχεται στο μπουκάλι έστω και ένα χιλιοστό του γραμμαρίου από αυτό.

Ενώσεις του με αλογόνα χρησιμοποιούνται για την κατασκευή φακών και πρισμάτων απαραίτητων σε όργανα όπως τα φασματόμετρα για ακτίνες πέρα από το ερυθρό.

Γιατί γράφετε ότι πήγε να στραβώσει η υπόθεση με τον Crookes;

Διότι την ίδια χρονιά και ένας άλλος ερευνητής, απέναντι, στη Γαλλία, ο Auguste Lamy, κατάφερε να εντοπίσει το θάλλιο, και μάλιστα να ξεπεράσει τον Crookes πιστοποιώντας ότι πρόκειται για μέταλλο ενώ ο Άγγλος το θεωρούσε αμέταλλο. Το παρουσίασε την επόμενη χρονιά στην Παγκόσμια Έκθεση του Λονδίνου, πήρε βραβείο γι' αυτό και ο Crookes άρχισε να διαμαρτύρεται γιατί είδε να χάνει τη Royal Society. Και οι συμπατριώτες του εφηύραν ένα βραβείο για να πάρει και αυτός.

2.1.22 Τελλούριο



«Προβληματικό μέταλλο» λέει ο τίτλος δίπλα στο όνομα του στοιχείου αυτού. Και ήταν το τελλούριο προβληματικό ακόμη από τότε που ο Ντιμίτρι Μεντιελέγεφ, το 1869, προσπαθούσε να βάλει σε τάξη τα στοιχεία δημιουργώντας ό,τι ονομάστηκε «Περιοδικός Πίνακας των Στοιχείων» και περιελάμβανε όποιο άτομο υπάρχει και είναι μέλος των βασικών δομών για ό,τι ονομάζουμε Σύμπαν. Με βάση το ατομικό βάρος έπρεπε να είναι πρώτα το ιώδιο και μετά το τελλούριο στη σειρά [39]. Εκείνη όμως την εποχή δεν ήταν ξεκάθαρο το τι συνέβαινε με τα ισότοπα ενός στοιχείου. Διότι αυτό που λέμε «ατομικό βάρος» προκύπτει ως μέσος όρος των βαρών διαφόρων ισοτόπων του στοιχείου. Τα ισότοπα είναι μορφές του στοιχείου που συναντούμε στη φύση (ή δημιουργούμε τεχνητά) και έχουν μεταξύ τους τον ίδιο αριθμό πρωτονίων (και ηλεκτρονίων κατ' ανάγκη) αλλά διαφορετικό αριθμό νετρονίων. Κάτι που τα κάνει να έχουν διαφορετικό βάρος. Χρειάστηκε όμως να περάσουν πενήντα χρόνια προτού εξηγηθεί το φαινόμενο. Να κατανοήσουμε δηλαδή το ότι μπορεί όταν προσδιορίζουμε το ατομικό βάρος ενός στοιχείου, να υπάρχουν στο μείγμα ισότοπα ως επί το πλείστον «βαριά» (=με αρκετά νετρόνια) και να δίνουν, όπως στην περίπτωση του τελλουρίου, που έχουμε δύο τέτοια (το 130 και το 128), ατομικό βάρος 127,6 ενώ στο ιώδιο μόνον ένα, το 127, που διαμορφώνει το ατομικό βάρος του στο 126,9. Ο αριθμός όμως των πρωτονίων μάς λέει καθαρά ότι είναι πρώτα το τελλούριο με 52 πρωτόνια και μετά το ιώδιο με 53.

Αλλά υπάρχει και κάτι άλλο που συνεισφέρει στον χαρακτηρισμό «προβληματικό» [40]. Όποιος πολυανακατεύεται με το τελλούριο του συμβαίνει κάτι αρκετά δυσάρεστο. Από άτομα τελλουρίου που θα εισχωρήσουν στον οργανισμό του και θα βρεθούν στο αίμα του προκύπτει μια ένωση, το Δι-μεθυλο-τελλουρίδιο [(CH3)2Te]. Αυτή η ένωση κάνει τα ούρα, τον ιδρώτα αλλά και την αναπνοή να αποκτούν έντονα δυσάρεστη οσμή. Κάτι κοντά και στη μυρωδιά του σκόρδου, αφού τα δυο μεθύλια τα συναντούμε και στην οσμή που αναδίδει το χρήσιμο αλλά και με έντονα χαρακτηριστικά φυτό. Έτσι, άνθρωποι αναγκασμένοι να έρχονται σε επαφή με το τελλούριο θα αναγκαστούν να συμβιώσουν με την κακοσμία αυτή. Και είναι τόσο επίμονη ώστε έπειτα από σχετικά πειράματα να είναι γνωστό πως 15 χιλιοστά του γραμμαρίου τελλούριο δίνουν κακή αναπνοή ως και οκτώ μήνες μετά. Γι' αυτό και δίπλα στο στοιχείο μπήκε από παλιά η προσωνυμία «Metallum Problematum», για να επικυρώνεται σήμερα και από προβλήματα σχετικά με την αγορά του. Ωστόσο το «προβληματικό» τελλούριο θα το βρούμε επίσης στο Διάστημα και στο τηλεσκόπιο Hubble, ενώ διευκολύνει κοριτσάκια (όχι εδώ στην Ελλάδα πάντως) να ασχοληθούν με την Αστρονομία.

Γιατί το είπαν έτσι

Το τελλούριο ανακαλύφθηκε το 1783 από τον Φραντς Γιόζεφ Μίλερ φον Ράιχενσταϊν (1740-1825) στην πόλη Σιμπίου της Ρουμανίας. Ο βαρόνος και επιθεωρητής ορυχείων στην Τρανσυλβανία είχε δημιουργήσει μια συλλογή δειγμάτων από διάφορα ορυκτά που είχαν βρεθεί σε τοποθεσίες της ευρωπαϊκής ηπείρου. Ένα από αυτά, με προέλευση τη ρουμανική τοποθεσία Ζλάτνα, στην Τρανσυλβανία, περιοχή όπου υποτίθεται ότι έζησε και ο κόμης Δράκουλας, όντας στιλπνό και με μεταλλική υφή, ήταν τόσο σκοτεινό ως προς τη σύνθεσή του ώστε μέσα σε τρία χρόνια ο Μύλερ πίστεψε πως ήταν τρία διαφορετικά πράγματα και τελικά του είχε απονείμει έναν τίτλο που το συνοδεύει ως σήμερα: Metallum Problematicum. Το 1796 αποφασίζει να στείλει δείγμα στον διάσημο τότε γερμανό χημικό Μάρτιν Κλάπροτ (1743-1817) στο Βερολίνο. Εκείνος αποφαίνεται πως πρόκειται για νέο στοιχείο ενωμένο με χρυσό και του δίνει το όνομα τελλούριο, από τη λατινική λέξη tellus που σημαίνει γη (από την ίδια λατινική λέξη βγαίνει και ο όρος τελλουρικά ρεύματα, δηλαδή ρεύματα που κυκλοφορούν μέσα στη γη).

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός: 52

Ατομικό βάρος: 127,6

Σημείο τήξης: 450^{o}C

Σημείο βρασμού: 990 ^{o}C

Αριθμός ισοτόπων: 38

Πόλεμος και ειρήνη

Η ακτινοβολία που φθάνει ως εδώ από τις εσχατιές του Γαλαξία μας δείχνει ότι το τελλούριο, ένα στοιχείο σπάνιο στη Γη, βρίσκεται σε αρκετά απόμακρα από εμάς άστρα. Σύμφωνα με έρευνες επιστημόνων του MIT, όπως η αστροφυσικός Αννα Φρέμπελ, εμφανίζεται τελλούριο σε άστρα ηλικίας 12 δισεκατομμυρίων ετών. Αφού όμως όλα ξεκίνησαν με πολύ πιο απλά στοιχεία, όπως το υδρογόνο και το ήλιο, θα πρέπει να υποθέσουμε πως κάτω από ειδικές συνθήκες που τις βρίσκουμε στους λεγόμενους υπερκαινοφανείς αστέρες πραγματοποιήθηκαν πυρηνικές συντήξεις αφάνταστες στην επιφάνεια του δικού μας πλανήτη και εμφανίστηκαν στοιχεία όπως το τελλούριο.

Στη Γη πάντως είναι στοιχείο σχεδόν έτοιμο να εξαφανιστεί. Προς το παρόν το τελλούριο προκύπτει ως παραπροϊόν της ηλεκτρολυτικής διαδικασίας για την παραγωγή χαλκού. Από 500 τόνους μεταλλεύματος χαλκού στην άνοδο παίρνουμε 450 γραμμάρια τελλουρίου. Παράγονται περίπου 110 τόνοι τον χρόνο από τις Ηνωμένες Πολιτείες, το Περού, την Ιαπωνία και τον Καναδά.

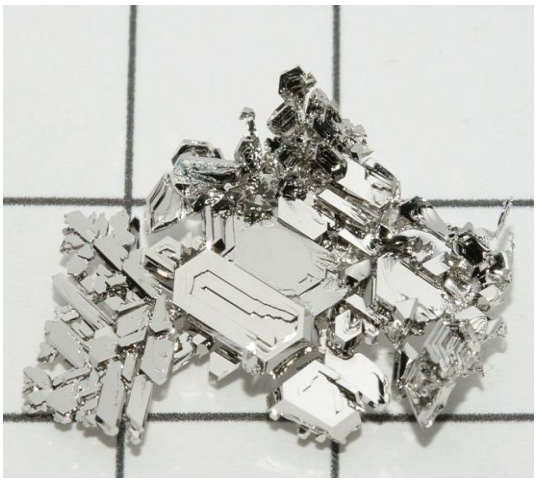
Το 2009 τα φωτοβολταϊκά που φτιάχνονται με φιλμ τελλουρικού καδμίου ήταν τα πρώτα που ήρθαν να ανταγωνιστούν τα ογκώδη πάνελ πυριτίου σε κόστος ανά βατ ικανότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό ίσως δείχνει ένα φθηνότερο μέλλον για την ηλιακή ενέργεια. Η βασική του λοιπόν χρήση είναι σε κράματα του χάλυβα και του χαλκού διότι κάνει αυτά τα μέταλλα, με μια πρόσμειξη μόλις 0,04%, πιο εύκολα στην επεξεργασία τους ενώ με τον μόλυβδο δημιουργείται ένα πλέγμα ικανό να παρέχει προστασία από ρωγμές που θα μπορούσαν να προκύψουν εξαιτίας κραδασμών και αντοχή στα οξέα αν χρησιμοποιείται στους συσσωρευτές μολύβδου. Επίσης στους γνωστούς μας δίσκους αποθήκευσης στοιχείων, DVD, CD, Blu-Ray, με τη μορφή υποξειδίου του τελλουρίου (TeO), οι οποίοι όπως ισχυρίζεται και κάποια από τις κατασκευάστριες εταιρείες, θα αντέξουν για 100 χρόνια (αν και προφανώς δεν θα χρειαστεί, διότι η τεχνολογία τους δεν θα αντέξει τόσο). Επίσης εξαιρετικές επιδόσεις ως προς την παραγωγή ενέργειας από το ηλιακό φως παρουσιάζει η ένωσή του με κάδμιο όταν σαν λεπτό φύλλο επίστρωσης χρησιμοποιείται στα φωτοβολταϊκά συγκροτήματα.

Τι σχέση έχουν τα κοριτσάκια με το τελλούριο;

Ένας αμερικανός ερευνητής, ο Τζον Τζέιμισον, εργάστηκε για πολλά χρόνια και με φοβερή επιμονή για να τελειοποιήσει το τηλεσκόπιό του που είναι με καθρέφτη και έχει εφοδιαστεί με ανιχνευτή υπέρυθρης ακτινοβολίας υδραργύρου - καδμίου - τελλουρίου με 256X256 pixels. Κάτι ανάλογο δηλαδή με την κάμερα του Hubble. Μετά τον θάνατό του το 1999 η οικογένειά του δώρισε το τηλεσκόπιο στο Πανεπιστήμιο της Αριζόνας και αυτό εγκαταστάθηκε σε ένα ορεινό παρατηρητήριο (Steward Observatory) σε ύψος 3.000 μέτρων. Δεν το χρησιμοποιούν όμως μόνον ερευνητές ή έστω φοιτητές. Οι άνθρωποι εκεί, ίσως και επειδή ο Τζέιμισον είχε μια μικρή εγγονή μόνον, σκέφθηκαν να το χρησιμοποιήσουν για να μπορούν ακόμη και παιδιά να έχουν την εμπειρία ενός επαγγελματικού - επιστημονικού τηλεσκοπίου που θα τους έδινε τα πρώτα ερεθίσματα

για την Αστρονομία. Ετσι, κάθε καλοκαίρι, επειδή υπάρχουν και ανάλογες εγκαταστάσεις για φιλοξενία σε κοιτώνες, ανεβάζουν, για παράδειγμα, μικρά κορίτσια που είναι αρχηγοί σε προσκοπικές ομάδες και τους δίνουν την ευκαιρία να κάνουν παρατηρήσεις και εργασίες. Θέλοντας να προωθήσουν και τις γυναίκες σε έναν τομέα όπου οι άνδρες είχαν πάντα τον πρώτο λόγο.

2.1.23 Λευκόχρυσος (Pt)



Ο λευκόχρυσος ή αλλιώς η πλατίνα είναι το στοιχείο με λάμψη. Όχι μόνο είναι λαμπερό, οξειδώνεται ελάχιστα, είναι πολύτιμο και σπάνιο, αλλά θεωρείται και το καταλληλότερο για να συνοδεύει διαμάντια και ακριβούς μηχανισμούς ρολογιών [41].

Όταν το 1937 ο Γεώργιος Στ' στέφθηκε βασιλιάς, η σύζυγός του Ελισάβετ φόρεσε ένα στέμμα που είχε στην κορυφή του το μεγαλύτερο διαμάντι στον κόσμο, το Koh-i-Noor, και το μεταλλικό τμήμα του στέμματος ήταν φτιαγμένο από πλατίνα. Διότι ήδη από τις αρχές της δεκαετίας εκείνης οι ηγεμόνες των τάσεων στη μόδα είχαν αποφανθεί ότι τα διαμάντια δεν πλαισιώνονται με χρυσό, δεν τους ταιριάζει, είναι φθηνό γούστο. Και η περιβόητη Γουόλις Σίμσον, που για το χατίρι της ο Εδουάρδος Η' είχε χάσει τον θρόνο του, είχε πει πως τα χρυσά κοσμήματα πηγαίνουν στα τουίντ φορέματα της ημέρας αλλά για τα βραδινά το μόνο κατάλληλο μέταλλο ήταν η πλατίνα. Η Τζιν Χάρλοου με τον μέντορα και χρηματοδότη της Χάουαρντ Χιουζ είχε εμφανιστεί με πλατινένιο μαλλί στο έργο «Platinum Blonde» και ο Καρτιέ, που από το 1898 είχε εμφανίσει με επιτυχία τα ρολόγια χειρός, σβήνοντας την παράδοση των ρολογιών μόνο στην τσέπη του γιλέκου, εκείνη επίσης τη δεκαετία, επέβαλε σχεδόν ως συνοδευτικό του διαμαντιού, της λευκής πολύτιμης πέτρας, την πλατίνα. Μετά για το μέταλλο αυτό άρχισε η ανοδική πορεία.

Γιατί το είπαν έτσι

Plata στα ισπανικά σημαίνει άργυρος, ασήμι. Και platina είναι το υποκοριστικό. Οι ισπανοί κατακτητές της αμερικανικής ηπείρου δεν κατάλαβαν βέβαια ότι βρίσκονταν μπροστά σε κάποιο νέο στοιχείο, ενώ οι ιθαγενείς λαοί ως υλικό το ήξεραν 2.000 χρόνια πριν. Στους κύκλους πάντως των κοσμηματοπωλών και των ενεχυροδανειστών αποφεύγουν να ταυτίζουν την πλατίνα με τον «λευκόχρυσο». Διότι κατ' αυτούς ο λευκόχρυσος προέρχεται από τον χρυσό, το γνωστό μας κίτρινου χρώματος μέταλλο όταν είναι σε πρόσμειξη με διάφορα άλλα μέταλλα, όπως το παλλάδιο, που του δίνουν

ένα ασημίζον χρώμα, παραπλήσιο με αυτό της καθαρής πλατίνας, που είναι πιο σκληρή, πιο σπάνια και φυσικά πιο ακριβή.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός: 78

Ατομικό βάρος: 195,078

Σημείο τήξης: 1.772^{o}C

Σημείο ζέσης: 3.800^{o}C

Αριθμός ισοτόπων: 37

Είναι το τρίτο σε πυκνότητα μέταλλο μετά το όσμιο και το ιρίδιο.

Πόλεμος και ειρήνη

Το παλαιότερο εύρημα σχετικά με το μέταλλο αυτό μάς έρχεται από την αρχαία Αίγυπτο. Σε ένα φέρετρο που βρέθηκε σε ανασκαφές στην αιγυπτιακή Θήβα υπήρχε και ένα κουτί από πλατίνα με αφιέρωση, για τη θεά Shapenapit. Είναι αντικείμενο εξέτασης το πώς οι αρχαίοι λαοί στην Αίγυπτο και στην Αμερική κατεργάζονταν αυτό το μέταλλο όταν οι φωτιές που μπορούσαν να ανάβουν δεν έφθαναν στην υψηλή θερμοκρασία τήξης της πλατίνας.

Ο λοχαγός Don Antonio de Ulloa το 1735, ως μέλος της αποστολής που είχε υποστηρίξει η Γαλλική Ακαδημία Επιστημών, αποβιβάστηκε στον Παναμά, διέτρεξε όλη τη Νότια Αμερική, στην επιστροφή όμως το πλοίο έπεσε στα χέρια των Αγγλων και ο ίδιος έμεινε στην Αγγλία, όπου εκλέχθηκε μάλιστα μέλος της Βασιλικής Ακαδημίας. Εκεί έγραψε ένα βιβλίο το 1748 στο οποίο ανέφερε ότι είδε πολλά χρυσωρυχεία, κυρίως στον ποταμό Pinto στην Κολομβία, εγκαταλελειμμένα εξαιτίας της πρόσμειξης του χρυσού με ένα άλλο μέταλλο που εμπόδιζε την κατεργασία του. Θεωρείται ότι ο Ulloa ανακάλυψε κατά έμμεσο τρόπο το στοιχείο αυτό. Οι ισπανοί κατακτητές που ενδιαφέρονταν κυρίως για χρυσάφι και ασήμι θεώρησαν την πλατίνα κάτι επιζήμιο σε σχέση με τον χρυσό και απαγόρευσαν την εξόρυξη.

Σήμερα όμως υπολογίζεται ότι γύρω στο 20% των καταναλωτικών αγαθών που μας περιβάλλουν - και δεν εννοούμε μόνο τα κοσμήματα - έχουν χρησιμοποιηθεί σε κάποιο στάδιο της παραγωγής τους και ενώσεις με πλατίνα ή περιέχουν τελικά πλατίνα. Διυλιστήρια, εξατμίσεις αυτοκινήτων, καλώδια οπτικών ινών, σκληροί δίσκοι υπολογιστών, λιπάσματα, χρώματα, βηματοδότες, αντικαρκινικά φάρμακα. Σε αυτά όλα θα βρεις κάτι από το αρκετά πολύτιμο πλέον μέταλλο. Η ετήσια παραγωγή ανέρχεται σε περίπου 186 τόνους, υφίσταται όμως σημαντικές διακυμάνσεις ανάλογα με την παραγωγή αυτοκινήτων, όπου βρίσκεται αρκετή πλατίνα στους καταλύτες, ενώ τα συνολικά αποθέματα στη Γη υπολογίζονται σε 27.000 τόνους. Με τα τρία τέταρτα από αυτή την ποσότητα να βρίσκονται στον ύφαλο Merensky στη Νότια Αφρική.

Αφού δεν μπορούσαν να λιώσουν την πλατίνα, πώς έφτιαχναν οι ιθαγενείς διάφορα αντικείμενα από αυτό τα υλικό;

Είχαν μια μέθοδο, η οποία υπάρχει ακόμη και σήμερα, και ονομάζεται στη σύγχρονη μεταλλουργία πυροσυσσωμάτωση. Θέρμαιναν βόλους πορώδους ακατέργαστου μεταλλεύματος σε όσο υψηλότερη θερμοκρασία μπορούσαν και με σφυρηλάτηση, αναμειγνύοντας και σκόνη χρυσού, κατάφερναν να δημιουργούν διάχυση και να παίρνουν ένα πιο συμπαγές υλικό κατάλληλο για την κατασκευή διαφόρων αντικειμένων.

2.1.24 Όσμιο (Os)



Όταν δεν πρόκειται για ανθρώπους αλλά για μέταλλα, είναι πολύ πιο εύκολο να μετρήσουμε τη σκληράδα τους. Μια πρώτη μέθοδος, που δεν χρειαζόταν και πολλά ή ακριβά μηχανήματα, ήταν να παρατηρούν ποιο υλικό μπορεί να χαράξει και να αφήσει σημάδι στη λεία επιφάνεια ενός άλλου. Όποιο χαράζει ένα άλλο αλλά δεν χαράζεται από αυτό θεωρείται σκληρότερο. Ωστόσο υπάρχουν και υλικά που δεν παρουσιάζουν λείες επιφάνειες ή έχουν άλλες δυσκολίες για να εφαρμοστεί αυτή η απλή στη λογική της μέθοδος. Σήμερα υπάρχουν περίπου δέκα διαφορετικές μέθοδοι για τη δημιουργία μιας κλίμακας σκληρότητας και κατάταξης των διαφόρων υλικών [42]. Έχουμε το υλικό μας με τη μορφή μιας πλάκας ή μιας σφαίρας και εφαρμόζουμε με τη βοήθεια μιας σκληρής μεταλλικής οξείας απόληξης μια συγκεκριμένη δύναμη για συγκεκριμένο χρόνο. Αυτή η διαδικασία αφήνει στην επιφάνεια του υλικού μια μικρή κοιλότητα με κυκλικό αποτύπωμα. Ένα μικροσκόπιο ακριβώς από επάνω δίνει με ακρίβεια τις διαστάσεις της κοιλότητας και με κάποιον μαθηματικό τύπο, ο οποίος λαμβάνει υπόψη του τη δύναμη και τις διαστάσεις της κοιλότητας, προκύπτει ένας αριθμός που τοποθετεί το υλικό στην κλίμακα Brinell. Για το όσμιο λοιπόν έχουμε τιμή 3.920 ως 4.000 που την υπερβαίνει σε ορισμένες περιπτώσεις μόνο το χρώμιο. Το κοβάλτιο είναι στο ίδιο επίπεδο, ενώ ακόμη και το ουράνιο φθάνει ως τα 3.850 [43]. Το όσμιο λοιπόν είναι από τα πιο σκληρά υλικά αλλά είναι και πρωταθλητής στην πυκνότητα για κάποια χιλιοστά. Το στοιχείο ιρίδιο, με βάση και την τοποθέτηση των ατόμων του στο πλέγμα, έχει πυκνότητα 22,650 γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό, αλλά το νήμα κόβει πρώτο το όσμιο με 22,661.

Γιατί το είπαν έτσι

Το όσμιο ανακαλύφθηκε ύστερα από συνεργασία δύο άγγλων χημικών, φίλων και συνεργατών. Ο Ουίλιαμ Χάιντ Γούλαστον (1766-1828) ασχολήθηκε με τον καθαρισμό του λευκόχρυσου, ο οποίος είχε φθάσει τον 17ο αιώνα στην Ευρώπη από τα ορυχεία της Κολομβίας με το όνομα «platina» (όντας δηλαδή υποκοριστικό της ισπανικής λέξης plata=ασήμι). Το 1748, επίσημα πλέον, αποδείχθηκε ότι ο λευκόχρυσος ήταν ένα χημικό στοιχείο με ιδιότητες μετάλλου. Εκείνη την εποχή οι χημικοί χρησιμοποιούσαν το λεγόμενο «βασιλικόν ύδωρ» (aqua regia), δηλαδή ένα διάλυμα υδροχλωρικού και νιτρικού οξέος, για να παίρνουν τα σχετικά δύσκολα άλατα μετάλλων όπως ο χρυσός και ο άργυρος. Όταν το χρησιμοποιούσαν για τον λευκόχρυσο, έμενε στο τέλος ένα σκούρο λασπώδες ίζημα που μερικοί υπέθεταν ότι ήταν γραφίτης. Το 1803 ο Σμίθσον Τένάντ (1761-1850) κατάφερε να αναλύσει κάπως περισσότερο αυτό το ίζημα και έβγαλε το συμπέρασμα ότι εκεί μέσα υπήρχε ένα καινούργιο χημικό στοιχείο. Τελικά αποδείχθηκε ότι δεν βρισκόταν σε αυτό ένα, άλλα δύο στοιχεία: ιρίδιο και όσμιο. Τον Ιούνιο του 1804 επίσημα πλέον γνωστοποιήθηκε με σχετική επιστολή στην Αγγλική Βασιλική Ακαδημία η ύπαρξη του στοιχείου όσμιο. Το όνομα είχε δώσει ο Τένάντ με βάση την ελληνική λέξη «οσμή», διότι στην πραγματικότητα ο άγγλος χημικός είχε δημιουργήσει στο εργαστήριο το τετροξείδιο του οσμίου (OsO_4), μια πτητική ένωση που είχε μια έντονη μυρωδιά μεταξύ στάχτης και καπνού.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	76
Ατομικό βάρος:	190,23
Σημείο τήξης:	3.054^{o}C
Σημείο ζέσης:	5.027^{o}C
Πυκνότητα:	22,6 γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό
Αριθμός ισοτόπων:	36

Πόλεμος και ειρήνη

Πρόκειται για ένα εξαιρετικά σκληρό μέταλλο. Το σχεδόν σκούρο μπλε στοιχείο, όταν βρίσκεται σε καθαρή κατάσταση, υπάρχει στα εδάφη της Ρωσίας, του Καναδά, της Νότιας Αφρικής και των Ηνωμένων Πολιτειών. Οι μικρές ποσότητες που χρειάζονται, περίπου 100 κιλά κάθε χρόνο (αλλά με τιμή κοντά στις 13.000 δολάρια το κιλό), προκύπτουν ως επί το πλείστον από το Οντάριο του Καναδά, ως παραπροϊόν της επεξεργασίας των μεταλλευμάτων για την παραγωγή καθαρού νικελίου με τη βοήθεια ηλεκτροχημικών μπαταριών. Στην άνοδο, μένει στον πυθμένα των στοιχείων ένα λασπώδες ρευστό που οξειδώνεται δίνοντας τετροξείδιο του οσμίου και από εκεί, προσεκτικά, διότι το οξείδιο αυτό είναι τοξικό, φιλτράρεται και με την αναγωγική δράση υδρογόνου παίρνουν όσμιο σε καθαρή μορφή. Για να το κάνουν όμως τι;

Γενικά όμως η μοίρα του ήταν να χρησιμοποιείται σε διάφορες περιπτώσεις και ύστερα από λίγο να αντικαθίσταται από άλλο υλικό. Στις βελόνες γραμμοφώνου και πικάπ των 45 στροφών αντικαταστάθηκε από πιο φθηνά υλικά. Στην παρασκευή αμμωνίας από άζωτο και νερό, μια βιομηχανική διαδικασία που, όπως επιμένουν μερικοί, άλλαξε τη μορφή του κόσμου σχεδόν, χρησιμοποιήθηκε ως καταλύτης και οι Γερμανοί αγόραζαν όλο το παραγόμενο όσμιο, αλλά το κόστος τούς ανάγκασε γύρω στο 1908 να ψάξουν και να βρουν φθηνότερες καταλυτικές ουσίες με βάση τον σίδηρο. Χρησιμοποιήθηκε με τη μορφή σκόνης στην ανίχνευση δακτυλικών αποτυπωμάτων, διότι αντιδρώντας με τις λιπαρές ουσίες που αφήνουμε ακουμπώντας διάφορα αντικείμενα έκανε τα ίχνη από τα δάχτυλα να φαίνονται σκουρόχρωμα, αλλά η τοξικότητα και το κόστος οδήγησαν σε άλλες ουσίες.

Χρησιμοποιείται ακόμη στα ηλεκτρονικά μικροσκόπια για την παρατήρηση παρασκευασμάτων σχετικών με τους λιπώδεις ιστούς. Είναι ισχυρό οξειδωτικό, και στην ένωση τετροξείδιο του οσμίου βρίσκεται ενωμένο με τέσσερα οξυγόνα έχοντας αριθμό οξείδωσης +8. Εχει λοιπόν την ικανότητα προσβάλλοντας τους διπλούς δεσμούς του άνθρακα (C=C) να συνενώνει τα λιπίδια, ενώ αυτό ανάγεται (από +8 ο αριθμός οξείδωσης του οσμίου γίνεται +6) δίνοντας ταυτόχρονα ένα σκούρο χρώμα στα δείγματα των ιστών και κάνοντας τελικά πολύ πιο ευκρινή τα παρασκευάσματα.

Πάντως ένα παράσημο του δίνουν οι ερευνητές της παλαιοντολογίας στο γνωστό πρόβλημα σε σχέση με τους δεινοσαύρους.

Τι σχέση έχει το όσμιο με τους δεινοσαύρους;

Ηδη από το 1983 ερευνητές είχαν παρατηρήσει ότι η αυξημένη παρουσία σε διάφορα σημεία της Γης των στοιχείων ιρίδιο και όσμιο σε συγκεκριμένα γεωλογικά στρώματα ενίσχυε τη θεωρία ότι στο Τσικχουλούμπ, μια περιοχή στο σημερινό Μεξικό, πριν από 65 εκατομμύρια χρόνια έπεσε από τον ουρανό κάτι που η σύγκρουσή του με την επιφάνεια της Γης δημιούργησε έναν κρατήρα μήκους 180 χιλιομέτρων και φαινόμενα υπεύθυνα για τον θάνατο εκείνη την εποχή του 70% των ζωντανών οργανισμών, από μικρά τετράποδα ως τους δεινοσαύρους. Το 1983 διατυπώθηκε η θεωρία πως ήταν κάποιος αστεροειδής που έπεσε στη Γη. Το ιρίδιο και το όσμιο είναι βασικά συστατικά αυτών των σωμάτων [44]. Το 2013 όμως άλλοι ερευνητές από το Ντάρτμουθ της Αγγλίας έκαναν πιο προσεκτικές μετρήσεις υπολογίζοντας πιο ειδικά και τον λόγο δύο ισοτόπων του οσμίου και βρήκαν ότι οι ποσότητες τότε, στο τέλος της Κρητιδικής εποχής, 65 εκατομμύρια χρόνια πριν, ήταν μικρότερες αλλά αυτό απλώς άλλαζε κατά τι τη θεωρία. Διότι αυτές οι ελαττωμένες ποσότητες ιριδίου και οσμίου ταιριάζουν με το να ήταν ένας κομήτης το σώμα που προσγειώθηκε όχι και τόσο ομαλά στο Μεξικό. Πάντως είτε κομήτης είτε αστεροειδής, η ζημιά που έκανε προδόθηκε από το ιρίδιο και το όσμιο.

2.1.25 Ρουθήνιο (Ru)



Δεν είναι λίγες οι εκπλήξεις που επιφυλάσσει ο περίπατος στο Περιοδικό Σύστημα όταν φθάνουμε στα λιγότερο γνωστά χημικά στοιχεία. Έτσι, για το ρουθήνιο, ένα από τα πιο σπάνια μέταλλα στον πλανήτη μας, όταν ψάξουμε λίγο μαθαίνουμε πως εκτός από τις άλλες χρήσεις του, είναι και επί τριάντα περίπου χρόνια για τους οφθαλμιάτρους το κατά προτίμηση στοιχείο για τη θεραπεία οφθαλμικών κακοηθών όγκων με ύψος ως και 5 χιλιοστά του μέτρου. Το ραδιενεργό ισότοπο ρουθήνιο-106 εκπέμπει ακτινοβολία-β, δηλαδή ηλεκτρόνια, και παράγεται σε πυρηνικούς αντιδραστήρες. Χρησιμοποιούνται λοιπόν ειδικές μεταλλικές «φόρμες» στο σχήμα του οφθαλμικού βολβού με ακτίνα 12 ως 14 χιλιοστά και πάχος 1 χιλιοστό, σε 15 ελαφρά διαφορετικές σφαιρικότητες και όπου ανάμεσα σε δυο λεπτά φύλλα πολύ καθαρού αργύρου υπάρχει ένα φύλλο ρουθηνίου. Ο άργυρος χρησιμεύει για την απορρόφηση του 95% της ακτινοβολίας-β έτσι ώστε να μην προκληθούν ανεπιθύμητες βλάβες σε ευαίσθητα σημεία της περιοχής ενώ πρώτος στόχος είναι η σωτηρία της κεντρικής όρασης και δεύτερος, τουλάχιστον να σωθεί η περιφερειακή όραση. Επειδή ο χρόνος ημιζωής για το ρουθήνιο-106 είναι 374 ημέρες περίπου, μπορεί η κάθε μία από αυτές τις οφθαλμικές φόρμες να χρησιμοποιηθεί περισσότερες φορές μέσα σε έναν χρόνο [45]. Η μεταφορά τους γίνεται μέσα σε ειδικές θήκες από αλουμίνιο και αυτές πάλι είναι μέσα σε χαλύβδινα κουτιά και αποστειρώνονται πριν από κάθε χρήση στους 134 βαθμούς Κελσίου σε πίεση 5 bar επί τουλάχιστον 5 λεπτά. Το βασικό προσόν του ρουθηνίου για αυτή τη δουλειά είναι πως το βεληνεκές των σωματιδίων-β είναι πολύ μικρό, δηλαδή μετά τα 5 χιλιοστά η ένταση της ακτινοβολίας πέφτει κάθετα και έτσι αποφεύγονται οι ζημιές σε όργανα και ιστούς γύρω από τον όγκο, που δεν έχουν προσβληθεί.

Γιατί το είπαν έτσι

Το 1807 ο πολωνός χημικός Γέντρζεϊ Σνιαντέτσκι (1768-1838) στο Πανεπιστήμιο του Βίλνιους άρχισε να ερευνά κάποια δείγματα πλατινούχων ορυκτών από τη Νότια Αμερική. Με την ελπίδα να βρει εκεί μέσα ένα καινούργιο μέταλλο. Τον Μάιο του 1808 βρήκε κάτι. Και αυτό που βρήκε το ονόμασε Vestium. Από τον αστεροειδή Vesta (Εστία), που είχαν παρατηρήσει μόλις τον προηγούμενο χρόνο την παρουσία του και τότε ήταν της μόδας να δίνουν ονόματα σε στοιχεία παρμένα από τα αστρικά σώματα. Τα αποτελέσματα των ερευνών του τα δημοσίευσε σε ρωσικό επιστημονικό περιοδικό. Κατόπιν τα πράγματα δεν πήγαν και τόσο καλά. Διότι γάλλοι ερευνητές που προσπάθησαν να επαναλάβουν τις μεθόδους του δεν μπόρεσαν να βρουν αυτό το νέο στοιχείο και ήταν τόσο πειστικοί ώστε κλονίστηκε ακόμη και ο Σνιαντέτσκι που πίστεψε

πως είχε κάνει λάθος. Πέρασαν χρόνια και το 1825 οι Μπερζέλιους και Οζαν εξέτασαν δείγματα πλατινούχα φερμένα από τα Ουράλια όρη και ο Οζαν ανακοίνωσε πως βρήκε τρία νέα στοιχεία που τα ονόμασε κιόλας Pluranium, Polonium, Ruthenium. Από τα τρία αυτά «βγήκε» τελικά μόνο το ένα αληθινό, το 1840, χάρη στον Καρλ Κάρλοβιτς Κλάους (1796-1864) που ήταν τότε στο Πανεπιστήμιο του Καζάν. Εκείνος ξανακοίταξε δείγματα αντίστοιχα με τα δείγματα του Οζαν αλλά με πολύ περισσότερη προσοχή. Ετσι βρήκε πως χρειαζόταν ακόμη περισσότερη δουλειά για να καθαριστούν από διάφορες άχρηστες προσμείξεις και τελικά από όλη αυτή την εργασία προέκυψε πως ένα νέο στοιχείο υπήρχε πράγματι και ήταν το ρουθήνιο [46]. Κράτησε μάλιστα και το όνομα. Ενα όνομα που κατά τους εθνολόγους είναι εξώνυμο και έχει αρκετό ενδιαφέρον. Η λέξη Ρουθηνία έρχεται από τα Λατινικά και από τον 13ο και τον 14ο αιώνα μ.Χ. υποδήλωνε την περιοχή και τον λαό που αυτοαπεκαλούντο Ρως, εξ ου και το δικό μας Ρώσοι-Ρωσία. Πιο συγκεκριμένα, στη Ρουθηνία ανήκαν ως το 14ο αιώνα η Ουκρανία, η Λευκορωσία και η Δυτική Ρωσία.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	44
Ατομικό βάρος:	101,07
Σημείο τήξης:	2.310^{o}C
Σημείο ζέσης	3.900^{o}C
Πυκνότητα:	12,4ws gr/cm3
Αριθμός ισοτόπων:	36

Πόλεμος και ειρήνη

Το ρουθήνιο που χρειάζεται η βιομηχανία δεν είναι πολύ και προκύπτει ως ένα ακόμη χρήσιμο προϊόν κατά την επεξεργασία του νικελίου στο Οντάριο του Καναδά και από την εξόρυξη των μετάλλων που βρίσκονται σε πλατινούχα κοιτάσματα. Σε αυτά τα τελευταία υπάρχει σε αναλογία περίπου 10%. Τελικά η παγκόσμια παραγωγή ρουθηνίου κυμαίνεται γύρω στους 12 τόνους τον χρόνο και η εκτίμηση για τα αποθέματα είναι ότι υπάρχουν περίπου 5.000 τόνοι. Η ζήτηση φαίνεται πως βρίσκεται σε ανοδική πορεία με τη χρησιμοποίησή του στα φωτοβαλταϊκά.

Είναι γνωστό πως όταν τα φωτόνια από τον ήλιο πέφτουν επάνω στις επιφάνειες των φωτοβολταϊκών τις φτιαγμένες από ημιαγωγό υλικό δίδοντας την ενέργεια που «κουβαλούσαν», σχετικά εύκολα κάνουν να αποσπαστούν ηλεκτρόνια από το ημιαγωγό υλικό και να δώσουν ηλεκτρικό ρεύμα. Η ενέργεια του ρεύματος αυτού στη συνέχεια θα αποθηκευτεί. Τα φωτοβολταϊκά που βασίζονται σε ημιαγωγό υλικό με νανοκρυστάλλους επιχρισμένους με ένα ειδικό χρωματοφόρο υλικό που επικάθεται σε οξείδιο του τιτανίου και κλεισμένο όπως το τυρί στο σάντουιτς μέσα σε δυο φύλλα γυαλιού, αποδείχθηκε ότι έχουν μικρότερη ενεργειακή απόδοση, γύρω στο 11%, σε σχέση με τα (υπερ)λεπτού

φύλλου φωτοβολταϊκά αλλά είναι πολύ φθηνότερα και αξιοποιούν κατά ένα ποσοστό και διάχυτο φως. Βασικό συστατικό σε αυτά τα χρωματοφόρα επιχρίσματα είναι το ρουθήνιο και από το 1991 έχει γίνει αρκετή ερευνητική δουλειά γύρω από αυτό και τα λεγόμενα DSC (Dye Solar Cells). Το ρουθήνιο απορροφώντας τα φωτόνια δίδει εύκολα και στιγμιαία ένα ηλεκτρόνιο στη ζώνη αγωγιμότητας του οξειδίου του τιτανίου και από εκεί το ηλεκτρόνιο μπαίνει στο κύκλωμα που θα το οδηγήσει αλλά και θα εκμεταλλευτεί την ενέργειά του.

Επίσης μια εξειδικευμένη αλλά όχι αμελητέα βιομηχανική εφαρμογή, όπου χρησιμοποιείται το ρουθήνιο, σχετίζεται με την παραγωγή χλωρίου και καυστικής σόδας στη λεγόμενη και χλωραλκαλική διαδικασία. Δηλαδή, σε γενικές γραμμές, το απαραίτητο για διάφορες χρήσεις χλώριο προκύπτει από το απλό μαγειρικό αλάτι (NaCl). Αυτό διαλύεται στο νερό, φτιάχνεται δηλαδή μια άλμη, όπου πλέον κυκλοφορούν φορτισμένα και με το αντίθετο πρόσημο φορτίου τα ιόντα του νατρίου και του χλωρίου. Με την εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος αυτά προσανατολίζονται από το ηλεκτρικό πεδίο που προκύπτει και συγκεντρώνονται στους δύο ετερώνυμους πόλους. Ιδιαίτερα στην άνοδο, στον θετικό πόλο δηλαδή, εκεί που θα πάει το πολύ δραστικό χλώριο, η δοκιμασία του μεταλλικού τμήματος που είναι βυθισμένο στο διάλυμα είναι σκληρή. Εκεί λοιπόν χρησιμοποιείται μια επίστρωση ρουθηνίου που καταφέρνει και αντέχει τη διάβρωση και δεν χρειάζεται να αλλάζουν συνέχεια ηλεκτρόδια. Και πρόκειται για παραγωγή τεραστίων ποσοτήτων, μιας τάξης μεγέθους περίπου 30 εκατομμυρίων τόνων.

Ένα πάντως από τα πιο φίνα σημεία εδώ στη Γη όπου μπορείς να συναντήσεις το ρουθήνιο, ακόμη και να πραγματοποιήσεις μιαν ανεπαίσθητη επαφή μαζί του, είναι στη μύτη ενός στυλογράφου Parker. Διότι ακόμη και αν οι πένες που χρησιμοποιεί η εταιρεία είναι χρυσές, προτιμούν το σημείο επαφής με το χαρτί να έχει μια επίστρωση από ρουθήνιο, μια εγγύηση για το άφθαρτο του κρίσιμου αυτού άκρου.

Τι είναι αυτό το εξώνυμο που αναφέρετε για την περίπτωση της Ρουθηνίας;

Στην Εθνογλωσσολογία εξώνυμα και ενδώνυμα είναι τα ονόματα και οι τόποι κατοικίας εθνοτικών ομάδων που δίδουν οι εκτός των ομάδων αυτών και οι εντός, αντίστοιχα. Για παράδειγμα, εμείς στα ελληνικά κάνουμε λόγο για Γάλλους και Γαλλία και αυτό είναι ένα εξώνυμο ενώ εκείνοι αποκαλούν τη χώρα τους France και αυτό είναι ένα ενδώνυμο. Άλλο παράδειγμα είναι η Γερμανία (εξώνυμο) ενώ οι ίδιοι οι Γερμανοί κάνουν λόγο για Deutschland. Επίσης Ελλάδα και Greece.

2.1.26 Ρόδιο (Rh)



Σε μια σελίδα εφημερίδας αφιερωμένη στα χημικά στοιχεία, και μάλιστα σε ένα από τα λιγότερο γνωστά, βλέπουμε και φωτογραφία του Πολ Μακ Κάρτνεϊ και προσπαθούμε να καταλάβουμε πώς συνδέονται μεταξύ τους αυτά τα δύο.

Το ρόδιο είναι ένα στοιχείο που ανακαλύφθηκε πριν από περίπου 210 χρόνια και θεωρείται ότι ανήκει στα λεγόμενα «πολύτιμα μέταλλα», αν και θα έπρεπε να έχουμε στο μυαλό μας πως όλα τα μέταλλα είναι πολύτιμα για τον άνθρωπο [47]. Προφανώς όμως μερικά είναι λίγο «πιο» πολύτιμα και αυτών οι τιμές στο παγκόσμιο χρηματιστήριο έχουν ανάλογα με τις εποχές περίεργες, εκ πρώτης όψεως, διακυμάνσεις. Μια ενδιαφέρουσα παρουσίαση για το πώς άλλαξαν οι τιμές σε κάποια εμπορεύσιμα αγαθά, τα λεγόμενα commodities, μέσα στη δεκαετία που ξεκίνησε από το έτος 2000 μπορούμε να βρούμε στη βικιπαίδεια [48]. Στον κατάλογο περιλαμβάνονται το πετρέλαιο, το ανακυκλωμένο χαρτί, ο άνθρακας και διάφορα πολύτιμα μέταλλα. Ανάμεσά τους έχει τη δική του ξεχωριστή παρουσία και το ρόδιο. Όπως φαίνεται εκεί, η τιμή του άρχισε να ανεβαίνει, έπεσε μεταξύ 2002 και 2004 στα 500 δολάρια για μία ουγκιά troy (σε αυτή τη μονάδα μετριέται, η οποία αντιστοιχεί σε περίπου 31 γραμμάρια και πήρε το όνομά της από τη γαλλική πόλη Troye), εξακοντίστηκε το 2008 στα 9.500 δολάρια ανά ουγκιά ενώ το 2009 έπεσε στα 1.000 δολάρια. Τον Φεβρουάριο του 2015 βρίσκονταν στα 1.190 δολάρια [49]. Ένα μέρος αυτών των διακυμάνσεων οφείλεται βέβαια στα παιχνίδια του χρηματιστηρίου, κυρίως της Wall Street, και στις προσφερόμενες ποσότητες, διότι το ρόδιο δεν βρίσκεται μόνο του σε ατόφια κοιτάσματα αλλά προκύπτει εξορύσσοντας άλλα μέταλλα, όπως πλατίνα, νικέλιο και χαλκό. Αν ψάξουμε λίγο περισσότερο όμως, βρίσκουμε ότι στις Ηνωμένες Πολιτείες μετά τη διάλυση των ονείρων, μέσα στη δεκαετία του '90, για τοποθέτηση των οικονομιών σε ένα μεγάλο και ακριβό σπίτι, οι άνθρωποι άρχισαν να αποταμιεύουν για να αγοράζουν πολύτιμα μέταλλα σε ράβδους. Και όταν μάλιστα οι τιμές του ροδίου ανέβηκαν στα ύψη, στις Ηνωμένες Πολιτείες άρχισε να καταγράφεται μεγάλη αύξηση στις κλοπές καταλυτών από φορτηγά και πολυτελή SUV. Διότι το ρόδιο είναι ένας πολύ αποτελεσματικός καταλύτης, με τις αντίστοιχες συσκευές να κοστίζουν γύρω στα 1.000 δολάρια, οπότε ξεβιδώνοντας εύκολα τη νύχτα τον καταλύτη του γείτονα, την επόμενη ημέρα όχι πολύ δύσκολα έβγαζες στη μαύρη αγορά 200 δολάρια.

Πολύτιμο μέταλλο λοιπόν το ρόδιο και σχετικά δυσεύρετο. Έτσι, όταν τον Οκτώβριο του 1979, τη χρονιά που ο σερ Πολ Μακ Κάρτνεϊ, με το συγκρότημά του, τους Wings, κυκλοφορούσε το πολύ γνωστό LP «Back to the Egg», τιμήθηκε ως ο πιο επιτυχημένος και πιο εμπορικός συνθέτης στο είδος του όλων των εποχών, η εταιρεία που διακινεί τα

γνωστά βραβεία Guiness σκέφθηκε ότι ούτε ένας χρυσός ούτε ένας πλατινένιος δίσκος θα ήταν αρκετά πολύτιμοι για να τους πιάσει στα χέρια του ο διάσημος μουσικός. Έτσι παρήγγειλε και για πρώτη φορά κατασκευάστηκε ένας δίσκος από ρόδιο, ο οποίος του δόθηκε σε ανάλογης λαμπρότητας τελετή.

Γιατί το είπαν έτσι

Το ρόδιο ανακάλυψε ο William Hyde Wollaston (1766-1828). Σε ένα δείγμα, το οποίο είχε φθάσει στα χέρια του από τη Νότια Αμερική, χρησιμοποίησε οξύ και με καθίζηση ξεχώρισε τον λευκόχρυσο και το παλλάδιο. Του έμεινε ένα υγρό με λαμπρό κόκκινο χρώμα και από αυτό πήρε τελικά όμορφους ροδόχρωμους κρυστάλλους του άλατος χλωριούχο ρόδιο νάτριο (Na_3RhCl_6), οπότε θερμαίνοντας με την παρουσία αερίου υδρογόνου πήρε ένα νέο στοιχείο, το οποίο λόγω του χρώματος των ενώσεών του με άλλα στοιχεία, παίρνοντας κάτι από την ελληνική λέξη ροδόχρωμος, το ονόμασε ρόδιο.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	45
Ατομικό βάρος:	102,9
Σημείο τήξης:	1.996^oC
Σημείο ζέσης:	3.725^oC
Πυκνότητα:	12,4 g/cm^3
Αριθμός ισοτόπων:	35

Πόλεμος και ειρήνη

Επειδή δεν βρίσκεται μόνο του σε κοιτάσματα, μία ακόμη δυσκολία, η οποία ανεβάζει βέβαια και την τιμή του, είναι ότι πρέπει να προκύψει ως ένα ακόμη προϊόν μιας κατεργασίας για άλλο πολύτιμο μέταλλο, όπως είναι το παλλάδιο, ο άργυρος, ο λευκόχρυσος και ο χρυσός. Έτσι η ζήτηση των άλλων μετάλλων επηρεάζει και την παραγωγή του ροδίου. Σε γενικές γραμμές όμως το περισσότερο ρόδιο έρχεται από τη Νότια Αφρική, και μετά από την άμμο των ποταμών στα Ουράλια και από ένα ορυχείο νικελίου - χαλκού στο Οντάριο του Καναδά. Η παγκόσμια παραγωγή ροδίου κάθε χρόνο είναι γύρω στους 30 τόνους, ενώ συνολικά υπολογίζεται ότι υπάρχουν αποθέματα περίπου 3.000 τόνων σε όλον τον κόσμο. Το 80% της παραγωγής προορίζεται για τους καταλύτες τριών σταδίων των αυτοκινήτων, μια πατέντα που ξεκίνησε το 1976 από τη σουηδική εταιρεία Volvo. Με το ρόδιο να δρα καταλυτικά και από τα βλαβερά οξείδια του αζώτου και του άνθρακα να προκύπτουν αέρια λιγότερο επιβλαβή για την υγεία μας (π.χ. $2NO_x$-> XO_2 +2N).

Εξαιτίας της υψηλής τιμής του, γίνονται προσπάθειες για να παίρνουν ξανά από μεταχειρισμένους καταλύτες ένα μέρος από το χρησιμοποιημένο ρόδιο, αν ως καταλύτης δεν έχει «δηλητηριαστεί» πολύ, δηλαδή δεν έχει πάθει μεγάλη ζημιά. Σήμερα

παράγονται κάθε χρόνο περίπου 8 τόνοι ανακυκλωμένου ροδίου. Επίσης η χημική βιομηχανία χρειάζεται ρόδιο, και το 10% της ετήσιας παραγωγής πηγαίνει για την κατάλυση αντιδράσεων κατά την παραγωγή νιτρικού οξέος και οξικού οξέος.

Επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στην κοσμηματοποιία του «λευκού χρυσού».

Τι είναι αυτή η κοσμηματοποιία του «λευκού χρυσού»;

Τα «χρυσά» κοσμήματα δεν έχουν ίδιο χρώμα με τις ράβδους ατόφιου χρυσού και σπάνια περιέχουν μόνο χρυσό (24 καράτια), διότι είναι πολύ μαλακά. έχουν ένα κάπως πιο ανοιχτό χρώμα διότι αναμειγνύονται με άλλα μέταλλα και έχουμε χρυσό, π.χ., 14 καρατίων, όπου τα 14/24 μόνο είναι χρυσός. Αναμειγνύεται λοιπόν με άλλα μέταλλα, οπότε έχουμε «λευκό χρυσό», δηλαδή ανακατεμένο με άλλα που έχουν ασημί απόχρωση. Και ένα από αυτά είναι το ρόδιο. Αλλά η τιμή του μερικές φορές φθάνει να υπερβαίνει και αυτήν του χρυσού. Εκεί λοιπόν που βρίσκει μια αξιοπρόσεκτη χρήση είναι στο να επιροδιώνονται κάποια κοσμήματα, δηλαδή με ηλεκτρόλυση να δημιουργείται στο κόσμημα ένα πολύ λεπτό στρώμα ροδίου που του δίνει σημαντική λάμψη. Εχει παρατηρηθεί μάλιστα ότι με τη λάμψη του κάνει ακόμη πιο λαμπρά τα κοσμήματα στα οποία το βασικό πολύτιμο στοιχείο είναι ένα διαμάντι και οι κοσμηματοπώλες θεωρούν αυτά τα δύο ένα εξαιρετικό ζευγάρι.

2.1.27 Παλλάδιο (Pd)



Οι «International New York Times» είχαν ένα άρθρο σχετικά με τα νέα zero-pollution cars, δηλαδή τα αυτοκίνητα που δεν ρυπαίνουν (και τόσο) [50]. Αφορμή η ανακοίνωση από τρεις ιαπωνικές εταιρείες, σχεδόν ταυτόχρονα, ότι ποντάρουν ξανά σε αυτοκίνητα με πηγή ενέργειας το υδρογόνο και τις λεγόμενες κυψέλες καυσίμου (Fuel Cells). Και όταν ακούμε υδρογόνο, σχεδόν πάντοτε σκεπτόμαστε ότι εκεί κάπου θα υπάρχει και αρκετό παλλάδιο. Διότι μία από τις πιο γνωστές του ιδιότητες είναι ότι ένα πλέγμα παλλαδίου δρα σαν υπερσφουγγάρι που μπορεί να απορροφήσει αφάνταστα μεγάλες ποσότητες υδρογόνου. Αυτό το κάνει περιζήτητο για πολλές εφαρμογές, έστω και αν ο μηχανισμός αυτής της απορρόφησης και της προσρόφησης στην επιφάνεια χρειάστηκε τη βοήθεια δυνατών ηλεκτρονικών μικροσκοπίων και υπερυπολογιστών της οικογένειας Cray-computers T3D για να εξιχνιαστεί αρκετά [51]. Σε θερμοκρασία δωματίου και στη συνηθισμένη ατμοσφαιρική πίεση το παλλάδιο, ένα μέταλλο στιλπνό, μαλακό, που θυμίζει πλατίνα, μπορεί να απορροφήσει 900 φορές τον όγκο του σε υδρογόνο. Ένας σπόγγος δηλαδή,

που χονδρικά μπορούμε να πούμε ότι είναι σε θέση να απορροφήσει εκατοντάδες κουβάδες με νερό.

Γιατί το είπαν έτσι

Την εποχή που ο άγγλος χημικός και φυσικός William Hyde Wollaston (1766-1828) ασχολήθηκε με τα λεγόμενα ευγενή μέταλλα ή, πιο σωστά, «μέταλλα λευκόχρυσου», λευκόχρυσο, ιρίδιο, ρουθήνιο, ρόδιο, όσμιο και παλλάδιο, που τότε δεν ήταν γνωστά το καθένα χωριστά, είχε ανακαλυφθεί μια ομάδα αστεροειδών (28.3.1802) και το βασικό όνομα που δόθηκε σε αυτήν ήταν Παλλάς. Από εκεί εμπνεύστηκε ο Wollaston το όνομα για το δικό του στοιχείο. Η λέξη Παλλάς συνδέεται με τη θεά των Ελλήνων, την Αθηνά, αλλά υπάρχουν δύο εκδοχές. Η μία λέει ότι το δόρυ που κρατάει πάλλεται απειλητικά εναντίον των εχθρών της και η άλλη ότι δήλωνε σε πολύ παλαιότερες εποχές την παρθένο-κόρη. Πάντως υπήρχε και η λέξη «πάλος», η οποία σήμαινε τον κλήρο που έβγαινε μέσα από τους πολλούς κλήρους τους τοποθετημένους σε ένα κράνος πολεμιστή. Το κουνούσαν και τραβούσαν τον κλήρο. Μην ξεχνάμε ότι η Αθηνά σχηματικά και κάπως ανάλογα προέκυψε από την κεφαλή του Δία.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός:	46
Ατομικό βάρος:	106,42
Σημείο τήξης:	1.552^{o}C
Σημείο ζέσης:	2.963^{o}C
Αριθμός ισοτόπων:	38

Πόλεμος και ειρήνη

Σε ταινίες επιστημονικής φαντασίας, όπως το «Iron Man 1», εμφανίζεται το παλλάδιο (στη στολή με μνήμη που κατασκευάζει ο πρωταγωνιστής για να αποδράσει), ενώ στην ταινία με τον Σβαρτσενέγκερ σαν ρομπότ-Terminator έχουμε το μέταλλο που ρευστοποιείται από τη θερμότητα των βλημάτων και ύστερα από λίγο ψύχεται και ξαναπαίρνει την αρχική του μορφή. Γίνονται ήδη έρευνες με κράματα παλλαδίου - σιδήρου που με θέρμανση αλλάζουν σχήμα (και κρυσταλλική δομή) και επιστρέφουν όταν ψυχθούν στην αρχική τους κατάσταση [52], όντας βέβαια μακριά ακόμη από τα όσα αντικρίζει στην οθόνη ο θεατής.

Τι είναι ένας αστεροειδής;

Οι αστεροειδείς είναι μικρά ουράνια σώματα που περιφέρονται γύρω από τον Ηλιο μέσα στο δικό μας πλανητικό σύστημα, κυρίως ανάμεσα στις τροχιές του Αρη και του Δία. Τα μεγέθη τους ποικίλλουν από 933 χιλιόμετρα διάμετρο ως και λιγότερο από χιλιόμετρο. Ενα από αυτά ήταν και ο αστεροειδής Παλλάς με διάμετρο περίπου 500 χιλιόμετρα.

Πώς εξηγείται αυτή η ικανότητα υπεραπορρόφησης υδρογόνου;

Από προσομοιώσεις που έγιναν με τη βοήθεια των υπερυπολογιστών Cray T3D βγαίνει ότι σε πρώτη φάση άτομα υδρογόνου πηγαίνουν και κάθονται σε κατάλληλες και ευνοϊκές για τον όλο σχηματισμό θέσεις επιφανειακά στο μεταλλικό πλέγμα του παλλαδίου και στη συνέχεια οι μεταξύ των ατόμων του μετάλλου θέσεις στο πλέγμα διευρύνονται, ίσως εξαιτίας των πολωμένων ατόμων του υδρογόνου (δηλαδή το αρνητικό και θετικό φορτίο έχουν τραβηχθεί προς τα δύο αντίθετα άκρα αντίστοιχα). Τότε έχουμε μια εισβολή ατόμων υδρογόνου σε θέσεις μέσα στο πλέγμα, σε πολύ πυκνή διάταξη, σαν πουλιά που ξαφνικά βρήκαν θέσεις σαν αναρίθμητες φωλιές. Και το χρήσιμο είναι πως εύκολα μπορεί το πλέγμα του παλλαδίου να απαλλαγεί από τους εισβολείς. Αν δεν ήταν τόσο ακριβό, θα χρησίμευε στα αυτοκίνητα σαν αποθήκη (ρεζερβουάρ) υδρογόνου.

Γιατί αναφέραμε τις κυψέλες καυσίμου, αφού εκεί χρησιμοποιείται πλατίνα;

Η βασική διάταξη σε μια κυψέλη καυσίμου είναι δύο ηλεκτρόδια που περιβάλλουν έναν ηλεκτρολύτη, όπως οι φέτες του ψωμιού το τυρί στο σάντουιτς. Οξυγόνο περνάει από το ένα ηλεκτρόδιο και υδρογόνο από το άλλο, αποδίδοντας τελικά ηλεκτρικό ρεύμα, νερό και θερμότητα. Στην άνοδο πρέπει το υδρογόνο να χωριστεί από το μοναδικό του ηλεκτρόνιο και αυτό γίνεται με τη βοήθεια καταλύτη (στη συνέχεια το ηλεκτρόνιο δίνει την ηλεκτρική ενέργεια που χρειαζόμαστε για να κινηθεί π.χ. ένα αυτοκίνητο, ενώ ό,τι απέμεινε από το υδρογόνο (ιόν), περνάει από τον καταλύτη και ενώνεται με το οξυγόνο για να δώσει νερό (σε αμερικανικά διαστημόπλοια έχουν πόσιμο νερό με αυτόν τον τρόπο). Τα αυτοκίνητα που αναφέραμε στην αρχή ανεφοδιάζονται με υδρογόνο από ειδικούς σταθμούς. Ο καταλύτης ήταν ως τώρα πλατίνα στις κυψέλες καυσίμου, τώρα όμως υπάρχουν «φρέσκες» εργασίες που αποδεικνύουν ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίχρισμα αργύρου με παλλάδιο σε νανοσωλήνες ως καταλύτης [53].

2.1.28 Ιρίδιο (Ir)



Η εξαφάνιση των δεινοσαύρων, ιδιαίτερα από το 1980, έχει ερευνηθεί πολύ εντατικά αλλά παραμένει όχι μόνον ένα συναρπαστικό θέμα αλλά και ένα ενδιαφέρον αίνιγμα, παρ' όλο που έχουμε φθάσει σε πολύ ακριβείς χρονολογικές διαπιστώσεις [54].

Έναν χρόνο λοιπόν πριν, στο περιοδικό «Science», έντυπο από τα εγκυρότερα επιστημονικής έρευνας, στις 8 Φεβρουαρίου, δημοσιευόταν μια εργασία που κατέληγε στο να μετράει με ακρίβεια ετών το πότε ένας μετεωρόλιθος από το Διάστημα έπεσε στη χερσόνησο του Γιουκατάν, στο Μεξικό,

δημιουργώντας τεράστιες ανωμαλίες στη ζωή επάνω στη Γη. Και βρέθηκε ότι πριν από 66.039.000 χρόνια συνέβη αυτή η ολέθρια για πολλούς ζωντανούς οργανισμούς συνάντηση. Παλαιότερες θεωρίες, ιδιαίτερα από το 1980, με κύριους υποστηρικτές τους Alvarez, πατέρα και γιο, ήθελαν αυτό το γεγονός να εξαφάνισε μέσα σε λίγες εβδομάδες ή και μήνες τους δεινοσαύρους από τη Γη. Σήμερα, προβάλλεται ως πιο λογική θεωρία αυτή που θέλει οι δυσκολίες επιβίωσης να έχουν ξεκινήσει πιο πριν εξαιτίας των ηφαιστειακών εκρήξεων στην περιοχή της Ινδικής χερσονήσου και η προσγείωση του διαμέτρου 10 χιλιομέτρων διαστημικού ογκόλιθου να ήταν το άχυρο που συνέτριψε την ήδη φορτωμένη σπονδυλική στήλη των δεινοσαύρων ή αλλιώς η χαριστική βολή και για το μισό περίπου της γήινης πανίδας και χλωρίδας, με τα μεγαλύτερα σε μέγεθος πλάσματα να την πληρώνουν χειρότερα αφού τα μικρότερα φυτοφάγα δεν έβρισκαν τροφή, οπότε και τα μεγαλύτερα σαρκοφάγα τι να έτρωγαν;

Με την πτώση του μετεωρίτη εκλύθηκε ενέργεια ισοδύναμη με αυτήν από 1 δισεκατομμύριο βόμβες όπως της Χιροσίμα, καταστράφηκε το παν σε ακτίνα 1.500 χιλιομέτρων, δημιουργήθηκε τσουνάμι αλλά και νέφος που εμπόδισε για μήνες τις ακτίνες του Ηλίου να φθάνουν στην επιφάνεια της Γης, σκοτώνοντας ακόμη περισσότερα φυτά και ζώα.

Και ποιος ο λόγος να αναφερθούν όλα αυτά εδώ; Γιατί έναν από τους πρώτους ρόλους στην όλη ιστορία, ειδικά για το αν κάτι ήλθε πραγματικά από το Διάστημα, έχει παίξει ένα χημικό στοιχείο, πολύ σπάνιο στη Γη και πολύ πιο άφθονο στα σώματα που έρχονται από το Διάστημα και χτυπούν την επιφάνεια του πλανήτη μας.

Το ιρίδιο, ενώ είναι ένα από τα τρία πιο σπάνια και ελάχιστα σε ποσότητα χημικά στοιχεία στην επιφάνεια της Γης εκεί στο Chicxtulub, στη χερσόνησο του Γιουκατάν, εμφανίζεται σε ένα αφύσικα εκτεταμένο στρώμα. Και από πιστοποιημένες άλλες νεότερες πτώσεις, όπως πριν από 36 εκατομμύρια χρόνια, σε Ρωσία και Ηνωμένες Πολιτείες, το ιρίδιο είναι κάτι σαν δώρο από το Διάστημα, κάθε μετεωρόλιθος έχει αρκετή δόση από αυτό.

Γιατί το είπαν έτσι

Η Ιρις ήταν μια από τις πιο γοητευτικές φαντασιώσεις αυτών που δημιουργούν τις μυθολογίες. Ηταν ο θηλυκός Ερμής, με φτερά στις πλάτες, μετέφερε σε χρυσή υδροχόη το «ιερόν ύδωρ» και το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της ήταν ότι την απεικόνιζαν με επτά χρώματα, άρα η πορεία της από τη Γη στον ουρανό την έκανε να είναι η προσωποποίηση του Ουράνιου Τόξου και μια δευτερεύουσα μεν θεότητα αλλά συνδεδεμένη πολύ με τα χρώματα της Φύσης. Το ιρίδιο ανακάλυψε πρώτος ο άγγλος χημικός Smithson Tennant (1761-1815) το 1803 και εντυπωσιασμένος από τα πολλά χρώματα που παρουσίαζαν τα άλατα του στοιχείου, έχοντας προφανώς και γνώση της ελληνικής μυθολογίας, του έδωσε το όνομα ιρίδιο.

Αριθμοί κυκλοφορίας

Ατομικός αριθμός: 77

Ατομικό βάρος: 192.217

Σημείο τήξης: 2.410^{o}C

Σημείο ζέσης: 4.130 ^{o}C

Αριθμός ισοτόπων: 36

Η συνάφειά του με τον σίδηρο, δηλαδή η εύκολη δημιουργία δεσμών, έχει δώσει λαβή για την υπόθεση ότι το περισσότερο ιρίδιο θα πρέπει να βρίσκεται στον υγρό πυρήνα στο κέντρο της Γης.

Πόλεμος και ειρήνη

Είναι το πιο ανθεκτικό σε οξειδώσεις μέταλλο που υπάρχει στη Γη. Επίσης είναι το δεύτερο σε πυκνότητα στοιχείο του περιοδικού πίνακα με το όσμιο να προηγείται μόλις κάποια εκατοστά του γραμμαρίου. Όντας ανοξείδωτο ακόμη και από το λεγόμενο βασιλικό νερό, που οξειδώνει ακόμη και τα ευγενή μέταλλα (οξειδώνεται μόνον από φθοριούχο χλώριο), είχε επιλεγεί για να δημιουργηθούν από αυτό το υλικό το πρότυπο μέτρο και το πρότυπο κιλό μάζης που φυλασσόταν στο Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών στο Παρίσι. Μόλις τρεις τόνοι από αυτό το μέταλλο παράγονται ετησίως και μάλιστα προκύπτει σαν παραπροϊόν της παραγωγής του νικελίου. Χρησιμοποιήθηκε παλαιότερα εξαιτίας της σκληρότητάς του στο ακρότατο και πιο κρίσιμο σημείο μιας πένας πολυτελείας αλλά και σήμερα ακόμη είναι βασικό υλικό σε εξαρτήματα κινητήρων αεροπλάνων. Επίσης το βρίσκουμε στην αιχμή των σπινθηριστών (μπουζί) πολύ καλής κατασκευής δίνοντάς τους ζωή ως και 150.000 χιλιόμετρα.

Κεφάλαιο 3

3.1 Η παγκόσμια σημασία των κρίσιμων στοιχείων

Οι σπάνιες γαίες όπως ονομάζονται (rare earth elements - REE) και ορισμένα μέταλλα που ίσως δεν έχουμε ακούσει ποτέ το όνομά τους είναι αναγκαία για την κατασκευή των συσκευών υψηλής τεχνολογίας. Στην παγκόσμια παραγωγή τους κυριαρχεί η Κίνα, η οποία και επέβαλε περιορισμούς στην εξαγωγή τους. Το «μεγάλο γεωπολιτικό παιχνίδι» είχε πλέον αρχίσει. Για να εδραιώσει τον έλεγχό της πάνω σε αυτά τα στρατηγικής σημασίας ορυκτά, η Κίνα εφάρμοσε αυτό που απορρίπτει ο δυτικός καπιταλισμός: μακροπρόθεσμη βιομηχανική πολιτική [55].

Θα περίμενε κανείς ότι οι «σπάνιες γαίες» -αυτά τα μέταλλα με την υψηλή προστιθέμενη τεχνολογική αξία- θα προσέλκυαν τους προβολείς της δημοσιότητας χάρη σε κάποιο ρεπορτάζ για τα επιφανειακά ορυχεία στην εσωτερική Μογγολία ή για τις

γαλαρίες στα έγκατα της γης κάτω από τους θαμνότοπους της Αυστραλίας. Κι όμως, το ενδιαφέρον προέκυψε μέσα στο πούσι της Θάλασσας της Ανατολικής Κίνας. Στις 7 Σεπτεμβρίου του 2010, ένα κινεζικό αλιευτικό που είχε πάρει το ρίσκο να ρίξει τα δίχτυα του στα ιαπωνικά χωρικά ύδατα, περικυκλώθηκε από σκάφη της ιαπωνικής ακτοφυλακής [56]. Στην προσπάθειά του να διαφύγει, εμβόλισε ένα σκάφος του ιαπωνικού πολεμικού ναυτικού. Το πλήρωμα του αλιευτικού συνελήφθη. Το επεισόδιο έλαβε χώρα κοντά στο αρχιπέλαγος Σενκάκου (Ντιαόγιου για τους Κινέζους). Τα οκτώ, σχεδόν έρημα, νησιά, τα οποία βρίσκονται 160 χιλιόμετρα βορειοανατολικά της Ταϊβάν, ανήκουν στην Ιαπωνία αλλά τα διεκδικεί και η Κίνα από τη δεκαετία του 1970. Ενώ στο παρελθόν οι διεκδικήσεις διατυπώνονταν σε ήπιους τόνους, σήμερα προβάλλονται με μεγαλύτερη ένταση, γεγονός που αντανακλά τις εξελίξεις στον συσχετισμό δυνάμεων ανάμεσα σε μια Κίνα η οποία ακολουθεί ανοδική πορεία κι αισθάνεται να ασφυκτιά μέσα στα αβαθή ύδατά της και σε μια Ιαπωνία η οποία τηρεί αμυντική στάση [57].

Η διπλωματική κλιμάκωση που ακολούθησε τη σύγκρουση των δύο σκαφών στις 7 Σεπτεμβρίου, αποκαλύπτει την ευρύτατη γκάμα των μέσων πίεσης που διαθέτει η Κίνα για να υπερασπιστεί μια ζώνη που έχει μεγάλη στρατηγική σημασία γι' αυτήν. Η κράτηση του πλοιάρχου του κινεζικού σκάφους, η οποία παρατάθηκε στις 19 Σεπτεμβρίου με απόφαση ιαπωνικού δικαστηρίου, οδήγησε το κινεζικό υπουργείο Εξωτερικών να διατυπώσει την εξής απειλή: «Εάν η Ιαπωνία επιμείνει στην αδιάντροπη στάση της, θα γευθεί το πικρό ποτήρι της τιμωρίας της για όλα όσα πράττει».

Από το Πεκίνο ώς τη Σανγκάη άρχισαν να πολλαπλασιάζονται οι -αυθόρμητες ή υποκινούμενες- «πατριωτικές» διαμαρτυρίες που συνοδεύονταν από το κάψιμο ιαπωνικών σημαιών. Στις 20 Σεπτεμβρίου, φάνηκε τι εννοούσε το Πεκίνο με τη φράση «πικρό ποτήρι»: Ξαφνικά, σταμάτησαν οι εξαγωγές κινεζικών σπάνιων γαιών προς τα ιαπωνικά λιμάνια. Δεν υπήρξε καμία επίσημη ανακοίνωση. Ωστόσο, στο Χονγκ Κονγκ, στο Τόκιο και στο Λονδίνο, οι μεσίτες της αγοράς πρώτων υλών επιβεβαίωναν ότι η φόρτωση των εμπορευμάτων καθυστερούσε ή και μπλοκάρονταν. Ήταν μια ιδιαίτερα θεαματική ενέργεια.

Μεταφέροντας το μπρα ντε φερ στο πεδίο των ενεργειακών φυσικών πόρων, η ηγεσία του Πεκίνου ανέδειξε την τεράστια αδυναμία της Ιαπωνίας και των υπόλοιπων δυνάμεων που επιθυμούν να αποκτήσουν τα πολύτιμα ορυκτά.

Βέβαια, αυτές οι ουσίες δεν είναι τόσο «σπάνιες» όσο υπονοεί η ονομασία τους. Σύμφωνα με το US Geological Survey (USGS), το Πεκίνο κατέχει μονάχα το 40% έως 50% των παγκόσμιων αποθεμάτων. Υπάρχουν βεβαιωμένα αποθέματα σπάνιων γαιών σε πολλές χώρες, από τις Ηνωμένες Πολιτείες ώς την Αυστραλία και από τον Καναδά ώς το Καζακστάν ή το Βιετνάμ. Υπό αυτές τις συνθήκες, γιατί η εξασφάλισή τους προκαλεί τόσο μεγάλη ανησυχία, τόσο στην Ιαπωνία όσο και αλλού; Γιατί, το 2010, το 97% των 125.000 τόνων των οξειδίων σπάνιων γαιών που εξορύσσονται στον πλανήτη προέρχονται από την Κίνα. Πρόκειται για ένα σχεδόν απόλυτο μονοπώλιο.

Από το 1927, οπότε και ανακαλύφθηκαν τα τεράστια κοιτάσματα σπάνιων γαιών στο Μπαγιάν Ομπο, έως και τη δεκαετία του 1960, οι Κινέζοι είχαν ενδιαφερθεί ελάχιστα για το συγκριτικό πλεονέκτημα που διέθεταν. Εκείνη την εποχή, στην εκμετάλλευση αυτών των ορυκτών κυριαρχούσαν οι Ηνωμένες Πολιτείες. Μόλις την περίοδο της διακυβέρνησης της χώρας από τον Ντενγκ Χσιάο Πινγκ κι έπειτα από τον σχεδιασμό του «προγράμματος 863», η Κίνα στράφηκε στην ανάπτυξη μιας μακροπρόθεσμης στρατηγικής προκειμένου να κατακτήσει ηγεμονικό ρόλο σε όλα τα στάδια της επεξεργασίας των σπάνιων γαιών, από την εξόρυξή τους και τον διαχωρισμό τους ώς τη μεταποίησή τους και την παραγωγή ημικατεργασμένων, ενδιάμεσων προϊόντων.

Αποφασιστική σημασία για την επίτευξη αυτού του στόχου είχε η δράση του καθηγητή Ξου Γκουάνγκ Ξιάν, του «πατέρα των κινεζικών σπάνιων γαιών». Το 1987 δημιούργησε το πρώτο κινεζικό εργαστήριο, που ήταν αποκλειστικά αφιερωμένο στην εφαρμοσμένη χημεία των σπάνιων γαιών και το οποίο ενίσχυσε τις δυνατότητες του διεθνώς αναγνωρισμένου ερευνητικού Ινστιτούτου του Μπαοτού, που είχε ιδρυθεί το 1963. Την περίοδο 1978-1989, η κινεζική παραγωγή αυξανόταν κατά 40% ετησίως και ξεπέρασε την αμερικανική παραγωγή η οποία είχε αρχίσει να μειώνεται σταδιακά. Στηριζόμενοι σε δύο παράγοντες που τους επέτρεψαν να πωλούν τις σπάνιες γαίες τους σε χαμηλή τιμή επί χρόνια (στα άφθονα αποθέματά τους στην εσωτερική Μογγολία και στην ευκολία της πρόσβασης σε αυτά), οι Κινέζοι οδήγησαν σταδιακά σε ασφυξία τους υπόλοιπους παραγωγούς. Οι τελευταίοι προτίμησαν να εφαρμόσουν τον νόμο των συγκριτικών πλεονεκτημάτων και να εγκαταλείψουν τον τομέα, μέσω της «ανταγωνιστικής» αποεπένδυσης και της μεταφοράς της παραγωγικής δραστηριότητάς τους στην Κίνα.

Η εξαφάνιση των ξένων ανταγωνιστών κατά τη διάρκεια των είκοσι τελευταίων ετών εξηγείται επίσης και από τις ιδιαιτερότητες και τις δυσκολίες που παρουσιάζει ο κλάδος: οι δραστηριότητες του διαχωρισμού και της αξιοποίησης των ουσιών απαιτούν υψηλά κεφάλαια και είναι καταστροφικές για το περιβάλλον. Ειδικότερα, ο διαχωρισμός των σπάνιων γαιών προϋποθέτει τη χρήση χημικών ουσιών που ρυπαίνουν σε εξαιρετικά μεγάλο βαθμό το περιβάλλον και δημιουργεί ραδιενεργά απόβλητα. Με αυτό το θέμα θα ασχοληθούμε περαιτέρω στο επόμενο κεφάλαιο.

Η Κίνα υπήρξε η μοναδική χώρα που επέλεξε να αναπτύξει τη μαζική παραγωγή σπάνιων γαιών αγνοώντας τις επιπτώσεις και θυσιάζοντας την υγεία των εργαζομένων στα ορυχεία του Μπαοτού, καθώς και το φυσικό περιβάλλον των γειτονικών περιοχών. Σήμερα, πλέον, η απόρριψη των αποβλήτων της εταιρείας Baotou Steel στον Κίτρινο Ποταμό έχει μετατραπεί σε πρόβλημα γιγάντιων διαστάσεων. Στους εργαζόμενους των ορυχείων παρατηρούνται ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά καρκίνου. Ο Κριστιάν Οκάρ, οικονομολόγος του Bureau de Recherches Geologiques et Minieres (Γραφείο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών – BRGM) και έγκριτος ειδικός σε αυτά τα ζητήματα, επισημαίνει «την παράδοξη αντίφαση ανάμεσα στη χρήση των σπάνιων γαιών στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας και στις ρυπογόνες μεθόδους παραγωγής τους».

Βέβαια, για την Κίνα όλα αυτά δεν συνιστούν επαρκή λόγο για να εγκαταλείψει τις προσπάθειές της για την ανάπτυξη του κλάδου. Χάρη στα δεκαεπτά μέταλλα, τα οποία ο Ντενγκ Χσιάο Πινγκ είχε αποκαλέσει, ήδη από τη δεκαετία του 1970, «το πετρέλαιο της Κίνας», το Πεκίνο δημιουργεί έναν νέο συσχετισμό δυνάμεων με τους αμερικανούς, τους ιάπωνες ή τους ευρωπαίους πελάτες του, οι οποίοι εξαρτώνται από πολύ σύντομους κύκλους καινοτομίας που «ντοπάρονται» από τις σπάνιες γαίες [58]. Σιγά σιγά, όπως αποδείχθηκε και από την υπόθεση των νήσων Σενκάκου (ή Ντιαόγιου), γίνεται φανερό ότι η υπεροχή του παραγωγού πάνω στον καταναλωτή ενδείκνυται και για εκμετάλλευση σε πολιτικό επίπεδο.

Ορισμένοι εκτιμούν ότι η Κίνα θα μπορούσε να προχωρήσει σταδιακά στον επαναπροσανατολισμό της πολιτικής της στο ζήτημα των σπάνιων γαιών, για να περάσει από μια στρατηγική εξάρτησης των εταίρων της σε μια στρατηγική στραγγαλισμού τους. Σύμφωνα με αυτήν την υπόθεση, το Πεκίνο θα μπορούσε να αρχίσει να περιορίζει σταδιακά τον όγκο των εξαγωγών του, επιδιώκοντας δύο στόχους: αφ’ ενός, την άνοδο της τιμής τους ώστε να αποκομίσει σημαντικά κέρδη από το μονοπώλιο, που ουσιαστικά έχει δημιουργήσει (η τιμή ενός τόνου νεοδυμίου έφτανε τις 32.000 δολάρια τον Αύγουστο του 2010, καταγράφοντας αύξηση 60% μέσα σε έναν χρόνο)· και αφ’ ετέρου, να διαθέσει τις σπάνιες γαίες της για να επιτύχει την άνοδο της ποιότητας και του επιπέδου της ντόπιας βιομηχανικής παραγωγής.

Γιατί, ενώ μέχρι να αποκτήσει το μονοπώλιο στον κλάδο παρήγε «ακατέργαστες» σπάνιες γαίες ή ημικατεργασμένα ενδιάμεσα προϊόντα, η Κίνα φιλοδοξεί στο εξής να παράγει κατεργασμένα προϊόντα υψηλότερης προστιθέμενης αξίας, με απώτερο στόχο να επιτύχει την πλήρη καθετοποίηση του κλάδου των σπάνιων γαιών. Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με το σχεδόν ολοκληρωτικό πάγωμα των εξαγωγών της, θα μπορούσαν να της εξασφαλίσουν σημαντικό στρατηγικό πλεονέκτημα. Μάλιστα, σε αυτήν την περίπτωση, οι περιβαλλοντικές θυσίες στις οποίες έχει υποβληθεί η Κίνα -και τις οποίες, αντίθετα απ’ ό,τι ορισμένοι πιστεύουν, η ηγεσία της χώρας διόλου υποτιμάει- θα μπορούσαν να δικαιολογηθούν σε μακροπρόθεσμο επίπεδο, όσο κι αν είναι βέβαια δύσκολο να δικαιολογηθούν με οικονομικά επιχειρήματα παρόμοιες οικολογικές καταστροφές.

Συνεπώς, εξαιτίας ενός συμπλέγματος συμπληρωματικών αιτιών, τόσο εκούσιων (στρατηγική πολιτικής επιρροής, βιομηχανικές φιλοδοξίες) όσο και ακούσιων (αύξηση της εγχώριας κατανάλωσης), η Κίνα έχει όντως μειώσει τις εξαγωγές σπάνιων γαιών της κατά 40% την τελευταία δεκαετία. Όμως, ακόμα κι αν το επιθυμούσαν, θα ήταν δύσκολο για τους Κινέζους να αυξήσουν την παραγωγή τους ανάλογα με την παγκόσμια ζήτηση. Έτσι εξηγείται το μπλοκάρισμα του ανεφοδιασμού των ξένων πελατών της χώρας, γεγονός που θεωρείται παραβίαση των κανόνων του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου (ΠΟΕ) και προκαλεί σε ολόκληρο τον κόσμο επίσημες διαμαρτυρίες αλλά και την εμφάνιση θεωριών συνωμοσίας.

Όμως οι ανησυχίες των ιαπώνων, των ευρωπαίων και των αμερικανών βιομηχάνων στηρίζονται επίσης και σε αντικειμενικά στοιχεία. Από τον Αύγουστο του 2010, ο κινεζικός κλάδος των σπάνιων γαιών αναδιοργανώνεται με επίκεντρο ορισμένες μεγάλες κρατικές επιχειρήσεις. Η Baotou Steel, η οποία συγκεντρώνει ήδη το 75% της εθνικής παραγωγής, απέκτησε επίσης τον έλεγχο ορισμένων μικρότερων εταιρειών στη νότια Κίνα (για παράδειγμα, της Xinfeng Xinli Rare Earths).

Εκτός από την καλύτερη διαχείριση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, επιδιώκεται η εξάλειψη του παράνομου εμπορίου σπάνιων γαιών, το οποίο, σύμφωνα με ορισμένες εκτιμήσεις, ενδέχεται να φτάνει ακόμα και στο ένα τρίτο των ποσοτήτων που εξάγονται κάθε χρόνο από την Κίνα. Έτσι, θα διασφαλιστεί κι άλλο ένα παράπλευρο πλεονέκτημα: καθώς θα ολοκληρωθεί η δημιουργία ενός απόλυτου μονοπωλίου, θα εξαλειφθεί μια σημαντική ρωγμή στο κινεζικό σύστημα εξαγωγών, έτσι ώστε αυτό να ασκεί πολύ μεγαλύτερες πιέσεις στην αγορά των σπάνιων γαιών. Κάποιοι θεωρούν πάντως ότι, καθώς οι ξένοι κατασκευαστές προϊόντων υψηλής ποιότητας και τεχνολογίας δεν θα έχουν πλέον άλλη λύση, θα αναγκαστούν να μεταφέρουν την παραγωγική δραστηριότητά τους στην Κίνα για να αποκτήσουν μόνιμη και σταθερή πρόσβαση στα συστατικά που αποτελούν την πρώτη ύλη των προϊόντων τους. Πολλοί από αυτούς έχουν ήδη προχωρήσει σε τέτοια κίνηση. Σύμφωνα δε με άλλους αναλυτές, υπάρχει κι ένα ακόμα χειρότερο ενδεχόμενο: υποστηρίζουν ότι το Πεκίνο, για να παρατείνει με κάθε θυσία το μονοπώλιό του, ενθαρρύνει τους κινέζους βιομήχανους να αποκτήσουν τον έλεγχο του κεφαλαίου των λιγοστών ξένων εταιρειών που δραστηριοποιούνται σε όλα τα στάδια του κλάδου των σπάνιων γαιών (από τα αυστραλιανά ορυχεία ώς τις καναδικές μεταλλουργικές επιχειρήσεις και τις ευρωπαϊκές επιχειρήσεις μεταποίησης).

Το 2009, η China Investment Corp απέκτησε το 17% της Teck Resources Ltd, μιας ιδιαίτερα σημαντικής καναδικής μεταλλευτικής επιχείρησης. Στην δε Αυστραλία, στα τέλη του 2009, η κινεζική επιθετικότητα προκάλεσε την έντονη αντίδραση της Καμπέρα, όταν επιχειρήθηκε η απόκτηση του ελέγχου της Lynas Corporation. Βέβαια, αυτό δεν εμπόδισε, την ίδια χρονιά, μια άλλη κινεζική επιχείρηση να εξαγοράσει το 25% ενός τοπικού παραγωγού σπάνιων γαιών, της Arafura Resources Ltd.

Ακόμα και το Mountain Pass, λίγο έλειψε να περάσει στα χέρια των Κινέζων. Το 2005, λίγο μετά το κλείσιμο του καλιφορνέζικου ορυχείου, η China National Offshore Oil Corporation (CNOOC) υπέβαλε πρόταση εξαγοράς της αμερικανικής πετρελαϊκής εταιρείας Unocal. Όσο κι αν εκ πρώτης όψεως η συγκεκριμένη εταιρεία δεν έχει καμία σχέση με τις σπάνιες γαίες, στην πραγματικότητα είναι η ιδιοκτήτρια του Mountain Pass, μέσω της Molycorp την οποία εξαγόρασε το 1978. Τελικά, η Unocal παρέμεινε αμερικανική χάρη στον σάλο που προκλήθηκε και στις εντονότατες αντιδράσεις του Κογκρέσου και της κοινής γνώμης που ανησυχούσαν για την ενεργειακή αυτονομία των Ηνωμένων Πολιτειών. Ωστόσο, ελάχιστοι πρόσεξαν εκείνη την εποχή ότι η Κίνα επεδίωκε -και λίγο έλειψε να επιτύχει- «μ' ένα σμπάρο δύο τρυγόνια» (και πετρέλαιο και σπάνιες γαίες).

Γενικότερα, εδώ και μερικά χρόνια παρατηρείται η τάση -και η ικανότητα- της Κίνας να καταστρώνει μια έξυπνη συνολική στρατηγική, η οποία στηρίζεται στις πιέσεις που μπορεί να ασκήσει στην αγορά, στον μεγάλο ορυκτό πλούτο της χώρας, αλλά και στην ισχύ που της προσδίδει η τεράστια κεφαλαιοποίηση του κινεζικού κλάδου, καθώς και το γεγονός ότι σε αυτόν υπάρχει ένα μονάχα κέντρο λήψης των αποφάσεων. Όμως, εκτός από τα υπόλοιπα δυνατά χαρτιά της, το κυριότερο ατού της θα μπορούσε απλούστατα να είναι η απουσία συντονισμού των πολιτικών ενεργειακής αυτονομίας των δυτικών χωρών.

Η αφύπνιση των «βιομηχανικών χωρών» (έκφραση η οποία στις ημέρες μας έχει αποδειχθεί παρωχημένη) αποδεικνύεται ιδιαίτερα οδυνηρή υπόθεση, καθώς μπορεί να αποτελέσει μια ειρωνική παραβολή στην οποία θα ενσαρκώνεται με τον πιο παραστατικό τρόπο η απόλυτη αντίθεση ανάμεσα στη βραχυπρόθεσμη καπιταλιστική λογική και στη μακροπρόθεσμη στρατηγική. Το αμερικανικό παράδειγμα είναι συγκλονιστικό: Μεταξύ 1965 και 1985, οι Ηνωμένες Πολιτείες είχαν τον απόλυτο έλεγχο όλων των σταδίων της παραγωγής των σπάνιων γαιών: η «βάση» (το καλιφορνέζικο ορυχείο του Mountain Pass) τροφοδοτούσε την «κορυφή» (για παράδειγμα, την εταιρεία Magnequench στην Ινδιάνα, θυγατρική της General Motors που παρήγε μόνιμους μαγνήτες νεοδυμίου-σιδήρου-βορίου, οι οποίοι είναι σήμερα αναγκαίοι σε κάθε σύγχρονη αυτοκινητοβιομηχανία). Ύστερα, ήρθε η εποχή της ολοένα εντονότερης παρουσίας των Κινέζων στον κλάδο και των πιέσεων που άρχισαν να ασκούν στις τιμές.

Το 1995, καθώς το ντάμπινγκ ολοκληρώνει το έργο του υπονομεύοντας την κερδοφορία της Mountain Pass, η οποία βρίσκεται επιπλέον αντιμέτωπη και με περιβαλλοντικά προβλήματα, δύο κινεζικές εταιρείες συμμαχούν με έναν αμερικανό επενδυτή και υποβάλλουν πρόταση εξαγοράς της Magnequench. Η κυβέρνηση των Ηνωμένων Πολιτειών δίνει τελικά την έγκρισή της για την εξαγορά, υπό τον όρο να διατηρήσουν οι Κινέζοι τις δραστηριότητες της εταιρείας σε αμερικανικό έδαφος για μία πενταετία. Αμέσως μόλις έληξε η προθεσμία, το προσωπικό απολύθηκε και οι εγκαταστάσεις της εταιρείας ξηλώθηκαν για να μεταφερθούν στο Τιαν Ζιν της Κίνας. Το παράδειγμα ακολούθησαν κι άλλοι παραγωγοί -Γερμανοί και Ιάπωνες μεταξύ άλλων- οι οποίοι έκλεισαν τα εργοστάσιά τους στην Αμερική και μετέφεραν την παραγωγή τους στον ίδιο προορισμό.

Το 2010, η υπόθεση της Magnequench [59] κατείχε σημαντική θέση στις κινδυνολογικές εκθέσεις των αμερικανικών «κύκλων προβληματισμού» για τις σπάνιες γαίες. Υπενθυμίζεται ότι η επιχείρηση είχε εν μέρει χρηματοδοτηθεί από δημόσια κονδύλια και ότι παρήγαγε τους μαγνήτες με τους οποίους λειτουργεί η τηλεκατευθυνόμενη βόμβα Joint Direct Attack Munition (JDAM) της Boeing. Όμως, με εξαίρεση ορισμένους συνδικαλιστές και στελέχη της τοπικής αυτοδιοίκησης, ελάχιστοι αμφισβητούν τη «λογική» της αγοράς η οποία κατέστησε δυνατή τη διάπραξη αυτού του στρατηγικού λάθους.

Τώρα, το μόνο πράγμα για το οποίο μιλάνε στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι οι σπάνιες γαίες. Γιατί, από το 1995, σε αυτή τη δύσκολη εξίσωση προστέθηκε και μια άλλη παράμετρος: η άνοδος της στρατιωτικής ισχύος της Κίνας. Στην Ουάσιγκτον έκανε την εμφάνισή της μια σειρά από μελέτες κι αναλύσεις για τις σπάνιες γαίες· η συχνότητά τους και η σοβαρότητα του κινδύνου που προβάλλουν αυξήθηκαν σημαντικά κατά τη διάρκεια των περασμένων ετών, και μάλιστα πριν από το επεισόδιο των νήσων Σενκάκου. Καθώς το ζήτημα αφορά ιδιαίτερα το Πεντάγωνο, οι επιτελείς τους αφιερώνουν στις σπάνιες γαίες μεγάλο μέρος των μελετών τους για την ανάλυση των προοπτικών, οι οποίες αποσκοπούν στην ευαισθητοποίηση των στελεχών της αμερικανικής κυβέρνησης και των μελών των δύο κοινοβουλευτικών σωμάτων.

3.2 Οι άλλες αγορές

Τεράστια κοιτάσματα σπάνιων γαιών, εκτιμάται ότι έχουν εντοπιστεί στο βυθό του Ειρηνικού, σε ποσότητες 1.000 φορές μεγαλύτερες από εκείνες που έχουν εντοπιστεί σε κοιτάσματα εδάφους, αναφέρουν δημοσιεύματα του Ιαπωνικού Τύπου.

Τα αποθέματα αυτά εκτιμάται ότι φθάνουν τα 100 δισεκατομμύρια τόνους, σύμφωνα με την καθημερινή οικονομική εφημερίδα Nikkei. Πιστεύεται ότι βρίσκονται σε βάθος 3.500 ως 6.000 μέτρων και καλύπτουν μια έκταση 11 εκατομμυρίων τετραγωνικών μέτρων. Σύμφωνα με τους ερευνητές, τα κοιτάσματα αυτά είναι τόσο πλούσια που ένα μόνο τετραγωνικό χιλιόμετρο εξόρυξής τους, θα είναι αρκετό για την κάλυψη του ενός πέμπτου της τρέχουσας ετήσιας ζήτησης σε σπάνιες γαίες.

Το Τόκιο έχει δραστηριοποιηθεί ιδιαίτερα στην αναζήτηση για νέα κοιτάσματα ως εναλλακτική λύση για τη διαφοροποίηση των προμηθειών. Η ζήτηση πάντως εκτιμάται ότι πρόκειται να αυξηθεί σημαντικά εκ νέου καθώς η Ιαπωνία ανακάμπτει από την καταστροφή που προκάλεσε ο σεισμός, το επακόλουθο τσουνάμι και η πυρηνική καταστροφή στη Φουκουσίμα.

Οι προοπτικές του κλάδου είναι τεράστιες, αλλά μερικοί εμπειρογνώμονες έχουν προειδοποιήσει για τις δυσκολίες για την απομάκρυνση των υλικών αυτών από το βυθό της θάλασσας αλλά και για τους περιβαλλοντικούς κινδύνους. Η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων που βρέθηκαν μέχρι τώρα θεωρείται από ορισμένους "οικονομικά ανέφικτη" λόγω του βάθους και της έλλειψης της ανάλογης τεχνολογίας. Όσον αφορά τα περιβαλλοντικά θέματα, ένας από τα πιο σημαντικούς κινδύνους είναι η παρουσία ραδιενεργών υλικών όπως το ουράνιο ή θόριο που όταν είναι παρόντα στα κοιτάσματα αυτά, θα μπορούσαν να δημιουργήσουν προβλήματα κατά την εξόρυξη.

Πρέπει να υπενθυμίσουμε σε όλες τις πλευρές, τόσο σε κείνους που ονειρεύονται το νέο ελντοράντο των σπάνιων γαιών όσο και στους άλλους, στην άλλη άκρη, που επικαλούνται τις θεωρίες της "φειδωλής εξόρυξης" ή του "μαύρου κύκνου" ως μεθοδολογικά πρότυπα διαχείρισης της βιώσιμης ανάπτυξης της εξορυκτικής βιομηχανίας, ότι ο καταναλωτής που θέλει να απολαμβάνει αμφότερα δηλαδή τόσο τα

πανταχού παρόντα μεταλλευτικά προϊόντα όσο και το καθαρό περιβάλλον, θα πρέπει να είναι διατεθειμένος να "πληρώσει πλήρως" και για τα δύο [60].

Μια τεχνογνωσία και μια βιομηχανική κουλτούρα μπορούν να χαθούν μέσα σε διάστημα μερικών ετών. Αντίθετα, για να ξαναγεννηθούν απαιτούνται αρκετές δεκαετίες. Πολλές φορές, αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι έχει εξατμισθεί η εμπειρία των ανθρώπων που εργάζονται στον κλάδο. Βέβαια, η Toyota αγοράζει σήμερα σπάνιες γαίες από το Βιετνάμ ή από αλλού, χάρη στις μακροπρόθεσμες συνεργασίες που έχει αναπτύξει, ενώ το ιαπωνικό υπουργείο Βιομηχανίας επενδύει σε ορυχεία στο Καζακστάν και στον Καναδά. Αλλά και η γαλλική Rhodia αναπτύσσει τους δεσμούς της με την Αυστραλία, η οποία εμφανίζεται ολοένα περισσότερο ως η εναλλακτική λύση απέναντι στο κινεζικό μονοπώλιο. Ωστόσο, είναι δύσκολο η κρίση να επιτρέψει σε αυτές τις χώρες ή τις εταιρείες να επιχειρήσουν μακροπρόθεσμες επενδύσεις. Εάν δεν υπάρξει έντονος στρατηγικός βολονταρισμός, αποσυνδεδεμένος από τους νόμους της αγοράς, η πραγματικότητα θα είναι διαφορετική: οι αμερικανοί, οι ευρωπαίοι και οι ιάπωνες βιομήχανοι θα εξαρτώνται ολοένα περισσότερο από αυτές τις ουσίες και, συνεπώς, από τις κινεζικές πρώτες ύλες οι οποίες μονοπωλούν το εμπόριο.

3.3 Η κατάσταση στην Ευρώπη

Στις 17 Ιουνίου του 2010, μια έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής έκρουε τον κώδωνα του κινδύνου για την -κρίσιμη για την οικονομία της- κατάσταση στο πεδίο του ανεφοδιασμού της σε δεκατέσσερις πρώτες ύλες. Οι σπάνιες γαίες εμφανίζονταν στις πρώτες θέσεις του καταλόγου. Πώς θα αποφευχθούν τα λάθη του παρελθόντος, θα εξασφαλιστεί μια σχετική αυτονομία του ανεφοδιασμού της Ευρώπης και θα αποτραπεί η μείωση της ανταγωνιστικότητάς της σε στρατηγικούς τομείς;

Το 2014 η παγκόσμια κατανάλωση των σπανίων γαιών αναμένονταν να ανέλθει σε σε 180.000 τόνους, οδηγούμενη από σημαντική αύξηση ζήτησης στην παγκόσμια αγορά. Οι κύριες χώρες παραγωγής (κατά το 2010) ήταν: Κίνα (130.000 τόνοι), Ινδία (2.700 τόνοι), Βραζιλία (550 τόνοι) και Μαλαισία (350 τόνοι). Αδιευκρίνιστη ήταν η παραγωγή στις ΗΠΑ, Ρωσία, Αυστραλία (πιθανά αποθέματα 5 εκατ. τόνοι) και Νότια Αφρική (πιθανά αποθέματα 1 κατ. τόνοι).

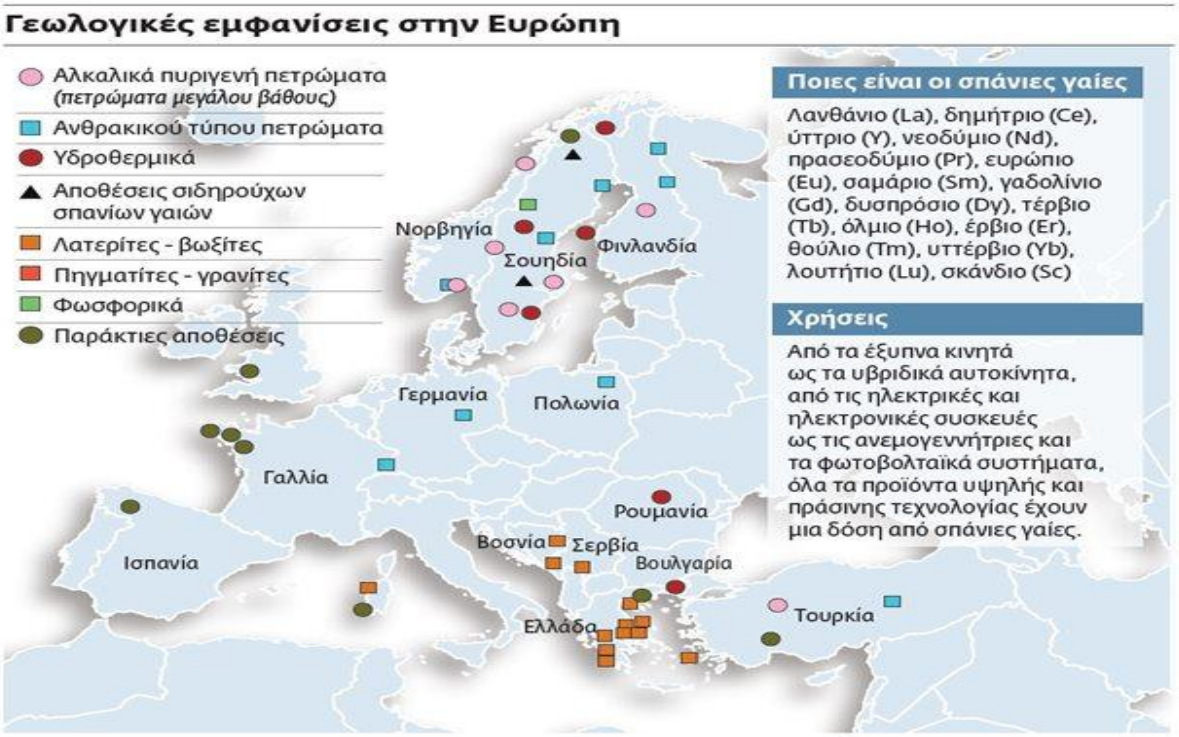
Όπως αναφέραμε η Κίνα ελέγχει πλήρως όχι μόνο την παραγωγική αλλά και την εμπορική αλυσίδα σπανίων γαιών, από την έρευνα, την εξόρυξη, μέχρι την διαδικασία εμπλουτισμού, μεταλλουργίας και διάθεσης των τελικών βιομηχανικών προϊόντων. Από την πλευρά της η Ε.Ε. στερείται της δυνατότητας παραγωγής και σχετικής μεταλλουργικής βιομηχανίας με αποτέλεσμα να εισάγει από την Κίνα το 90% πρώτων υλών και μετάλλων σπανίων γαιών. Την ίδια στιγμή η αποθεματική και παραγωγική ενίσχυση μέσω της ανακύκλωσης είναι ελάχιστη, αφού ο βαθμός αξιοποίησής της βρίσκεται σήμερα κάτω από 1%.

Στην Ευρώπη έχουν επιβεβαιωθεί ελάχιστα κοιτάσματα ενώ το κρίσιμο στοίχημα της καθετοποιημένης αξιοποίησης τους στην Ευρώπη μοιάζει μάλλον κάτι που θα χρειαστεί πολλά χρόνια ακόμη. Η Ελλάδα, η Νορβηγία [61], η Σουηδία [62], η Φινλανδία και η Γροιλανδία είναι οι πέντε χώρες που αναμένεται σε επόμενο στάδιο να στηρίξουν την ευρωπαϊκή βιομηχανία στον τομέα των σπανίων γαιών. Συγκεκριμένα, η Γροιλανδία, η οποία σημειωτέον είναι 16,5 φορές μεγαλύτερη από την Ελλάδα και το 81% της έκτασής της καλύπτεται με πάγο, διαθέτει τα πλουσιότερα κοιτάσματα σπανίων γαιών εκτός Κίνας [63]. Ειδικότερα το "κοίτασμα" στο Kvanefjeld είναι ένα από τα μεγαλύτερα αλλά και αξιολογότερα κοιτάσματα σπάνιων γαιών στον κόσμο. Η Ε.Ε. μέσα από την ειδική σχέση της Γροιλανδίας με την Δανία προσπαθεί να πάρει τον έλεγχο αλλά μάλλον αυτό αποτελεί ένα δύσκολο εγχείρημα. Ήδη τα δύο μεγάλα μεταλλευτικά έργα εκεί (το Kvanefjeld και το Kringlerne) ελέγχονται από αυστραλιανές εταιρίες, ενώ πρόσφατα η τοπική κυβέρνηση υπέγραψε ειδική συμφωνία με τη Κίνα, θεωρώντας ότι έτσι επιταχύνεται η αξιοποίηση του πλούτου της.

Οι τρέχουσες επενδυτικές κινήσεις στην Ευρώπη, και συγκεκριμένα αυτές της Γροιλαδίας, της Σουηδίας, της Νορβηγίας και της Φινλανδίας βρίσκονται σε ένα προηγμένο στάδιο κοιτασματολογικής εξέλιξης, αλλά παρουσιάζουν σημαντική τεχνολογική υστέρηση με αποτέλεσμα να καθυστερεί η έναρξη των παραγωγικών σταδίων εξόρυξης και μεταλλουργίας. Ένας λόγος μπορεί να είναι το γεγονός ότι οι μικρές και μικρομεσαίες καναδικές και αυστραλιανές μεταλλευτικές εταιρίες που έχουν αναλάβει τις επενδύσεις αδυνατούν να αναδείξουν και να εφαρμόσουν τις κατάλληλες τεχνολογίες μεταλλουργίας, αλλά και να διαχειριστούν τους όποιους κοινωνικούς ενδοιασμούς, με αποτέλεσμα να απομακρύνονται από την προοπτική της καθετοποιημένης παραγωγής. Δεν διαθέτουν με άλλα λόγια την οικονομική εγκυρότητα ούτε τα διαπιστευτήρια κατοχύρωσης κοινωνικής ευθύνης. Υπάρχουν ενδεχόμενα σχέδια για πιθανή μεταφορά των μεταλλευμάτων ή/και συμπυκνωμάτων στις μεταλλουργίες της Κίνας, εξέλιξη που εφόσον ισχύσει δεν θα αλλάξει το σημερινό καθεστώς στην Ευρώπη.

Σε μια πολύ απλοποιημένη προσέγγιση, οι βασικοί κοιτασματολογικοί τύποι σπανίων γαιών στην Ευρώπη είναι μαγματικής και προσχωσιγενούς πρόελευσης. Μετά το 1960 το μεταλλευτικό ενδιαφέρον προσανατολίσθηκε κυρίως στους μαγματικούς τύπους επειδή είναι πλουσιότεροι σε σπάνιες γαίες και συχνότερα πλουσιότεροι σε βαριές, και ακόμη είναι γενικά φτωχότεροι σε ραδιενεργά ορυκτά. Οι μαγματικοί τύποι εντοπίζονται στις χώρες του ευρωπαϊκού βορρά και τη Γροιλανδία. Η Κίνα καθορίζει τις τιμές οι οποίες τις περισσότερες φορές είναι χαμηλότερες προς τους προμηθευτές στο εσωτερικό και υψηλότερες στην εξωτερική αγορά. Με άλλα λόγια μια κινέζικη βιομηχανία αγοράζει πολύ φθηνότερα από μια ευρωπαϊκή.

Μια λύση στο θέμα αυτό θα μπορούσε να είναι η επιχειρηματική συμμετοχή του κράτους στην επιχειρησιακή αξιοποίηση και εκμετάλλευση των σπανίων γαιών αλλά και άλλων κρίσιμων ορυκτών και μετάλλων. Με άλλα λόγια τα κρίσιμα ορυκτά να θεωρούνται και στρατηγικά την στιγμή που είναι αναγκαία και απαραίτητα για την ποιότητα ζωής στην Ευρώπη. Η εμπλοκή του κράτους θα δημιουργήσει στερεότερες βάσεις κοινωνικής αποδοχής και σχέσεις εμπιστοσύνης με τους πολίτες στα θέματα δημόσιας αξιοποίησης του πλούτου και βιώσιμης διαχείρισης των αποβλήτων.



3.4 Ελληνικές πρωτοβουλίες έρευνας

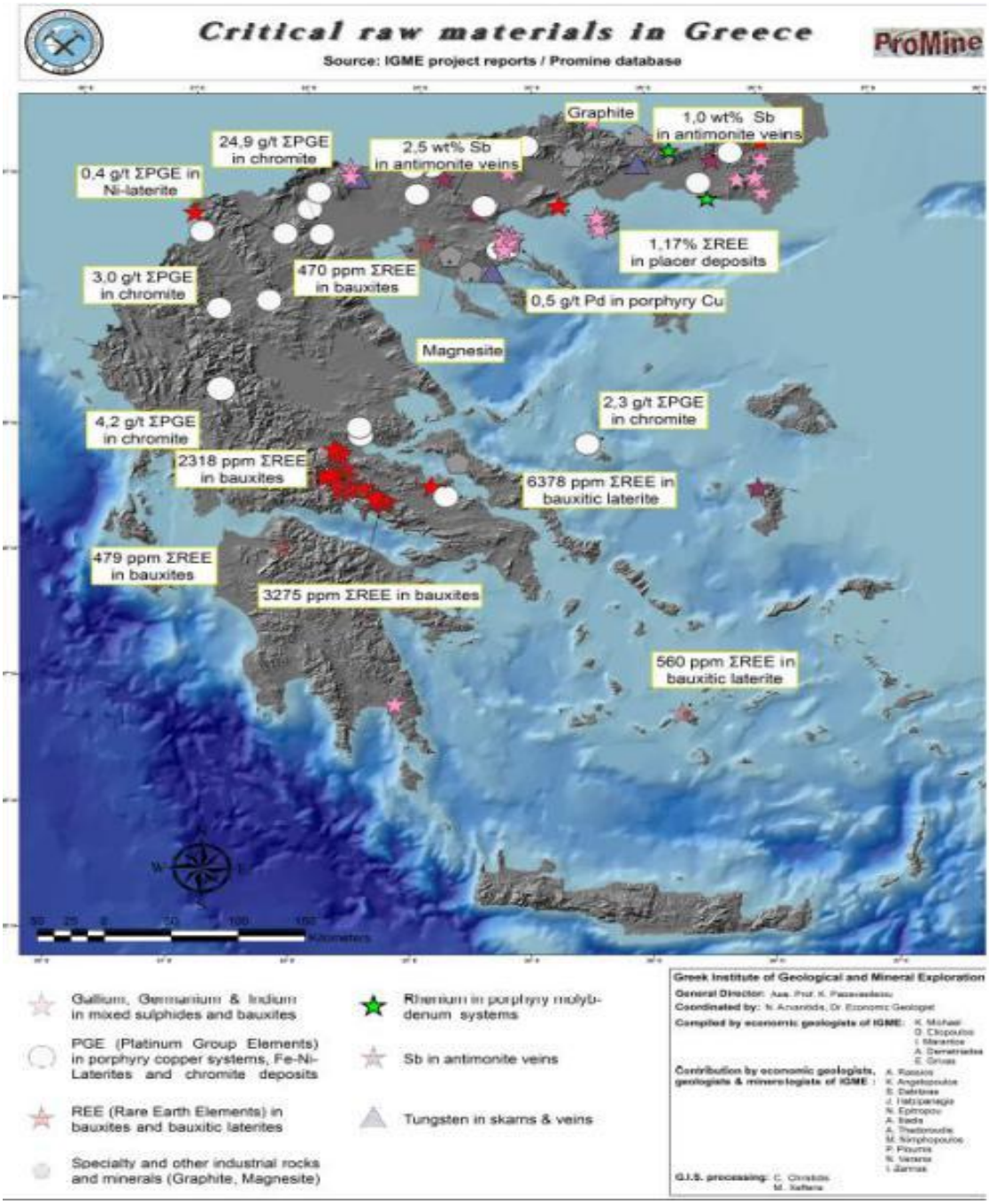
Τα προαναφερόμενα δεδομένα και εξελίξεις έχουν οδηγήσει στην ένταξη των σπανίων γαιών μεταξύ των κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών απαραίτητων για την ανάπτυξη της βιομηχανίας, την βιωσιμότητα της παραγωγικής οικονομίας και τις καθημερινές ανάγκες των πολιτών της Ευρώπης. Μάλιστα στη νέα επικαιροποιημένη λίστα των 20 κρίσιμων ορυκτών και μετάλλων, η ζήτηση για προμήθεια βαριών σπανίων γαιών παρουσιάζεται από κάθε άποψη, περισσότερο έντονη και πιο επιβεβλημένη. Η καθυστέρηση της Ευρώπης να εντοπίσει και να αξιολογήσει τα οικονομοτεχνικά χαρακτηριστικά των κοιτάσματων της, έχει οδηγήσει την Επιτροπή και τις αρμόδιες Γενικές Διευθύνσεις σε μια σειρά στρατηγικών πρωτοβουλιών στους τομείς βιομηχανικής έρευνας και ανάπτυξης, με κεντρική κατεύθυνση την ανάζητηση, καθιέρωση και εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών με στόχο την βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας ορυκτών πρώτων υλών. Ένα από τα βασικά ζητούμενα η καθετοποιημένη μεταλλευτική αξιοποίηση (εξόρυξη, εμπλουτισμός, μεταλλουργία) των σπανίων γαιών ώστε να υπάρξει πλήρης απεξαρτοποίηση από τους περιορισμούς και υψηλές τιμές που επιβάλλει το κινεζικό μονοπώλιο.

Τα τελευταία χρόνια, μετά από μια σταδιακά ανοδική πορεία στην πρόοδο επενδύσεων που βρίσκονται σε εξέλιξη στη Γροιλανδία, Σουηδία, Φινλανδία, Νορβηγία, Γερμανία, Τουρκία, αλλά και την υλοποίηση ευρωπαϊκών ερευνητικών έργων με βιομηχανική συμμετοχή, τα δυναμικά αποθέματα στην Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένης της Γροιλανδίας, υπολογίζονται σε περίπου 6 δισ. τόνους που περιέχουν συνολικά 38 εκατομμύρια τόνους σπανίων γαιών από τους οποίους τα 10 εκατομμύρια τόνοι είναι βαριές.

Η παρουσία της Ελλάδας στις εξελίξεις αυτές, εκτός από τις θεσμικές λειτουργίες ομάδων εμπειρογνωμώνων στο πλαίσιο της Ε.Ε., αφορά κυρίως στην συμμετοχή του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ) και του «Αλουμινίου της Ελλάδας» μαζί με άλλους 18 εταίρους από 10 χώρες, στο ερευνητικό έργο ”EURARE – European Rare Earths Project” με συνολική χρηματοδότηση περίπου 10 εκατομμύρια ευρώ από κοινοτικούς πόρους του 7ου Προγράμματος Πλαισίου. Το έργο EURARE άρχισε στις αρχές Ιανουαρίου του 2013. Στους τρεις Έλληνες εταίρους (ΕΜΠ, το ΙΓΜΕ και η «Αλουμίνιον της Ελλάδος») αντιστοιχεί ποσό της τάξης του 16% της συνολικής χρηματοδότησης, δηλαδή 1,6 εκατομμύρια ευρώ. Στο πρόγραμμα του έργου περιλαμβάνονται κοιτασματολογική έρευνα, τεχνολογικές μελέτες και πιλοτικές μεταλλουργικές δοκιμές σε επιλεγμένες μεταλλοφορίες σπανίων γαιών της χώρας, καθώς και σε απόβλητα κόκκινης λάσπης του εργοσταξίου αλουμίνας. Το έργο ολοκληρώνεται το 2017. Το ΙΓΜΕ υλοποιεί επίσης κοιτασματολογική έρευνα σπανίων γαιών τόσο σε παράκτιες και υποθαλάσσιες περιοχές, όσο και σε μεταλλοφόρα πετρώματα της χώρας στο πλαίσιο έργων του Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς (ΕΣΠΑ).

Η ερευνητική δραστηριότητα, στη προγραμματική βάση των προαναφερόμενων έργων, επικεντρώνεται σε τρεις διαφορετικούς τύπους μεταλλοφορίας σπανίων γαιών που αναφέρονται στις ορυκτές πρώτες ύλες προσχωσιγενών μοναζιτικών (βασικό ορυκτό είναι ο μοναζίτης) άμμων, βωξιτικών και λατεριτικών και κόκκινης λάσπης που προκύπτει σαν απόβλητο από την μεταλλουργική επεξεργασία του βωξίτη και την παραγωγή αλουμινίου. Στην περίπτωση δηλαδή αυτή αξιοποιείται κοιτασματολογικά ένα απόβλητο ενώ παράλληλα αντιμετωπίζεται ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα στην περιοχή.

Προτεραιότητα στην Ελλάδα θα πρέπει να δοθεί στα κοιτάσματα βωξιτικού και λατεριτικού τύπου όπου οι δραστηριότητες περιορίζονται σε περιοχές γνωστών μεταλλευμάτων και ενεργών μεταλλείων. Ειδικότερα η περίπτωση της κόκκινης λάσπης παρουσιάζει μεγαλύτερο ενδιαφέρον και θα πρέπει να εξετασθεί από κάθε παραγωγική, αναπτυξιακή και περιβαλλοντική άποψη. Ήδη οι πρώτες μεταλλουργικές δοκιμές στο πλαίσιο του EURARE είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικές.



Συμπερασματικά η κοιτασματολογική και μεταλλευτική έρευνα σπανίων γαιών στην Ελλάδα παρουσιάζει αντικειμενικό ενδιαφέρον, αλλά βρίσκεται ακόμη σε αρχικό στάδιο και εξέλιξη, και ’’ως εκ τούτου’’ ανάλογη μπορεί και πρέπει να είναι και η δυνατότητα αξιολόγησης και αξιοποίησης των στοιχείων. Είναι γεγονός ότι η Ελλάδα διαθέτει μεταλλοφορίες σπανίων γαιών που δεν ανήκουν στους πιο δυναμικούς κοιτασματολογικούς τύπους, αξίζουν όμως τη διενέργεια περαιτέρω έρευνας [64].

Και η παραπάνω διαπίστωση δεν προκύπτει από συνωμοσιολογικές διαθέσεις και «θολές» πληροφορίες, αλλά από την επίσημη ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), καθώς και μια επίσημη έκθεση ειδικών του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), η οποία αναφέρει σχετικά:

«Οι εξειδικευμένες χρήσεις των ορυκτών που διαθέτει η Ελλάδα, σε σχέση με άλλες χώρες, ελκύουν το ενδιαφέρον της διεθνούς αγοράς γενικά, και ειδικά της αγοράς των χωρών της Ε.Ε. Η ιδιαιτερότητα αυτή της Ελλάδας προσφέρει σημαντικά συγκριτικά πλεονεκτήματα στην οικονομία της χώρας. Μπορεί στη χώρα μας να μην παράγονται, τουλάχιστον μέχρι σήμερα, μέταλλα υψηλής τεχνολογίας όπως το τιτάνιο, ο λευκόχρυσος, το λίθιο, το ρήνιο, το ταντάλιο και σπάνιες γαίες (νεοδύμιο, δυσπρόσιο κ.λπ.), εντούτοις υπάρχει επάρκεια σε αδρανή δομικά υλικά και, παράλληλα, η χώρα είναι σημαντική παραγωγός βασικών μετάλλων αλλά και βιομηχανικών ορυκτών, ορισμένων με περγαμηνές σε παγκόσμιο επίπεδο.

Ο εξορυκτικός κλάδος είναι ισχυρά εξωστρεφής, αφού οι εξαγωγές πρωτογενών και επεξεργασμένων υλικών αντιπροσωπεύουν πάνω από το 65% των πωλήσεών του, ενώ παράλληλα εταιρείες του κλάδου κατέχουν ηγετικές θέσεις στην ευρωπαϊκή, αλλά και στη διεθνή αγορά σε προϊόντα όπως βωξίτης, αλουμίνα, αλουμίνιο, νικέλιο, λευκόλιθος, καυστική μαγνησία, μπεντονίτης, περλίτης, ελαφρόπετρα, αταπουλγίτης, χουντίτης και μάρμαρα.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η Ελλάδα, σε παγκόσμια κλίμακα, είναι η μοναδική χώρα παραγωγής χουντίτη, πρώτη χώρα παραγωγής περλίτη, δεύτερη χώρα παραγωγής κίσσηρης (ελαφρόπετρας) και μπεντονίτη, καθώς και πρώτη στην εξαγωγή προϊόντων λευκόλιθου/μαγνησίτη στην Ε.Ε.» [65].

Πέραν της επιβεβαίωσης των κοιτασμάτων, αυτά πρέπει να διαθέτουν την απαιτούμενη ικανή περιεκτικότητα ώστε -κατόπιν ενδεχομένως και εμπλουτισμού- να καθίστανται εκμεταλλεύσιμα. Κι αυτό απαιτεί συστηματική δειγματοληψία και εργαστηριακή έρευνα. Άλλωστε, άλλο Γροιλανδία, άλλο Ελλάδα. Άλλο Μογγολία (εκεί το τεράστιο κοίτασμα νιοβίου του Bayan Obo), άλλο Ελλάδα. Τα τρία μεγάλα διακυβεύματα παραμένουν: το διακύβευμα προστασίας του περιβάλλοντος, το διακύβευμα των ανταλλαγμάτων και το γεωπολιτικό-γεωστρατηγικό διακύβευμα.

Πάντα με την ίδια επωδό: η εκμετάλλευση ορυκτών δεν αποτελεί αυτοσκοπό και γι' αυτό -όταν γίνεται- πρέπει να γίνεται όχι απλώς με «κάποιες» περιβαλλοντικές αναστολές αλλά με ασφαλή διαχείριση των κινδύνων και του περιβάλλοντος καθώς και των αποβλήτων που παράγονται. Διαφορετικά η ανάπτυξη δεν είναι βιώσιμη. Στόχος δεν είναι η Ελλάδα να γίνει η «ευρωπαϊκή Κίνα» των σπανίων γαιών. Αλλά να γίνουμε μια ευρωπαϊκή χώρα (για την ακρίβεια η πρώτη και πιθανότατα η μόνη) που θα παράγει σπάνιες γαίες [66].

Με βάση τη σχετική έκθεση που συντάχθηκε στο πλαίσιο εφαρμογής και εξειδίκευσης της Ευρωπαϊκής Πρωτοβουλίας για τις Πρώτες Ύλες, 14 από αυτές, δηλαδή Sb (Αντιμόνιο), Be (Βηρύλλιο), Co (Κοβάλτιο), Ga (Γάλλιο), Ge (Γερμάνιο), In (Ίνδιο), Mg (Μαγνήσιο), Nb (Νιόβιο), PGE (Πλατινοειδή μέταλλα), REE (Σπάνιες γαίες), Ta (Ταντάλιο), Sn (Κασσίτερος), φθορίτης και γραφίτης θεωρούνται κρίσιμες και στρατηγικής σημασίας για την ευρωπαϊκή βιομηχανία. Ορισμένες από αυτές απαντώνται στην χώρα μας και μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο κοιτασματολογικής έρευνας και οικονομικού ενδιαφέροντος με δεδομένη την προστιθέμενη αναπτυξιακή τους αξία.

Η Ελλάδα εικάζεται (κυρίως από συνδυασμό γεωλογικών και κοιτασματολογικών παρατηρήσεων) ότι διαθέτει αρκετά υποσχόμενα κοιτάσματα, παρότι δεν ανήκουν στους δυναμικότερους κοιτασματολογικούς τύπους. Οι δύο κυρίαρχοι τύποι των κοιτασμάτων σπάνιων γαιών περιλαμβάνουν εκείνα που συνδέονται με ανθρακικά ορυκτά (Mountain Pass, Mt Weld, λίμνη Hoidas), και εκείνα που συνδέονται με υπερβασικά πυριγενή πετρώματα (Kvanefjeld, λίμνη Thor, Λίμνη Strange) και που εμπλουτίζονται συνήθως σε βαρέα μέταλλα και τις λεγόμενες βαριές σπάνιες γαίες [67].

Για παράδειγμα, η Θράκη έχει μαγματικά πετρώματα τα οποία εκ της φύσεώς τους είναι πλούσια σε σπάνιες γαίες. Επιπλέον στην παράκτια ζώνη Αν. Μακεδονίας-Θράκης εκβάλουν τα ποτάμια (Στρυμόνας, Νέστος, Έβρος), τα οποία αποθέτουν στις εκβολές τους υλικά από τα παραπάνω πετρώματα δημιουργώντας εμπλουτισμένα αποθέματα σπάνιων γαιών. Επειδή τα υλικά αυτά είναι μεγάλου ειδικού βάρους, δεν μεταφέρονται σε μεγάλη απόσταση από τις ακτές, με αποτέλεσμα να βρίσκονται εντός των χωρικών υδάτων. Με βάση όλα αυτά, δεν αποτελεί έκπληξη ότι υψηλές συγκεντρώσεις σπανίων γαιών στην παράκτια ζώνη από την Καβάλα μέχρι τον Έβρο έχουν διαπιστωθεί ήδη από τη δεκαετία του '80 από έρευνες που διεξήγε τότε το ΙΓΜΕ (για την ανεύρεση τιτανίου και ζιρκονίου) [68].

Πιο αναλυτικά, το αντιμόνιο εντοπίζεται και συγκεντρώνεται σε φλέβες του ορυκτού αντιμονίτη ή στιβνίτη σε περιοχές της Ροδόπης, Θεσσαλονίκης και Χίου, με περιεκτικότητες που κυμαίνονται από 1-2,5% Sb και την συνοδό παρουσία θειούχων ορυκτών Pb, Fe, Cu, Ag, Au (>1 γρ/τόνο), As, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις και Βολφραμίου (W). Η αποθεματική διάσταση εμφανίζεται ιδιαίτερα δυναμική και τεκμηριώνει την εκτέλεση περαιτέρω κοιτασματολογικής έρευνας.

Το Γάλλιο, το Γερμάνιο και το Ίνδιο βρίσκονται στο επίκεντρο βιομηχανικών εφαρμογών κραμάτων υψηλής τεχνολογίας. Τα κοιτάσματα μικτών θειούχων ορυκτών Pb – Zn - Ag αποτελούν ιδανικό γεωχημικό περιβάλλον για την παρουσία κυρίως των In και Ge. Με την έννοια αυτή οι μεταλλοφορίες και τα κοιτάσματα που ανήκουν στην συγκεκριμένη κατηγορία αποτελούν «εν δυνάμει» πηγές των μετάλλων αυτών. Η ραγδαία βελτίωση των αναλυτικών μεθόδων δίνει πλέον την δυνατότητα της ποιοτικής ανίχνευσης και του ποσοτικού προσδιορισμού τους σε επιλεγμένα αρχικά δείγματα από

συγκεκριμένες μεταλλοφόρες περιοχές π.χ. Πολύκαστρο (Κιλκίς), Μολάοι (Λακωνία), Ολυμπιάδα (Χαλκιδική), Θέρμες (Ξάνθη).

Όσον αφορά τα μικτά θειούχα βασικά μέταλλα Pb, Zn (Au, Ag) η παραγωγική εκμετάλλευση περιορίζεται σήμερα στο κοίτασμα των Μαύρων Πετρών στην περιοχή Στρατονίκης με διαθέσιμο αποθεματικό δυναμικό 2,12 εκατ. τόννων μικτού θειούχου μεταλλεύματος και περιεκτικότητες 7,62% Pb, 10,25% Zn, 179g/t Ag. Η τρέχουσα εξορυκτική παραγωγή του μεταλλείου ανέρχεται περίπου σε 200.000 τόννους ενώ στο εργοστάσιο εμπλουτισμού Στρατωνίου, παράγονται ετησίως 25.300 τόννοι αργυρούχου συμπυκνώματος μολύβδου (γαληνίτη) και 42.100 τόννοι συμπυκνώματος ψευδαργύρου (σφαλερίτη) οι οποίοι στο σύνολό τους πωλούνται σε μεταλλουργίες του εξωτερικού [69].

Με την ενδεχόμενη επέκταση της εξορυκτικής δραστηριότητας στο μεταλλείο Ολυμπιάδας και τον εντοπισμό νέων αποθεμάτων μικτών θειούχων στην περιοχή Πιάβιτσας εκτιμάται ότι τα προϊόντα που θα προκύψουν σε όλη την διάρκεια της παραγωγικής εκμετάλλευσης θα ξεπεράσουν τους 920.000 τόννους συμπυκνώματος μολύβδου, 1.560.000 τόννους συμπυκνώματος ψευδαργύρου και 350.000 τόννους χρυσοφόρου συμπυκνώματος σιδηροπυρίτη / αρσενοπυρίτη. Πέρα της ΒΑ Χαλκιδικής, κοιτασματολογικές έρευνες του ΙΓΜΕ σε άλλες περιοχές της χώρας, όπως στους Μολάους (Λακωνίας), στο Πολυκάστρο (Κιλκίς), στις Θέρμες (Ξάνθης) και Αισύμης (Έβρου), εντόπισαν πρόσθετο αποθεματικό δυναμικό 1.500.000 τόννων Pb και Zn και 515 τόννων Ag, γεγονός που διασφαλίζει την κοιτασματολογική βιωσιμότητα και καθιστά την παραγωγική εκμετάλλευση μικτών θειούχων βασικών μετάλλων στρατηγικής σημασίας για την χώρα.

Επιθερμικός χρυσός με τους 92 τόννους που μετρήθηκαν να αποτελούν μοναδικό οικονομικό στόχο των κοιτασμάτων Σαππών, Ροδόπης και Περάματος, Έβρου. Υπεργενετικός/Λειμωνιτικός χρυσός που με περιεκτικότητες περίπου 17 γρ/τόνο Au εμπλουτίζεται και φιλοξενείται σε σιδηρούχες ζώνες οξείδωσης περιοχών του ορεινού όγκου Αγκίστρου και αποτελεί νέο δυναμικό κοιτασματολογικό στόχο του ΙΓΜΕ στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ, για τον εντοπισμό γεωλογικών αποθεμάτων 5 εκατομμυρίων τόννων με περιεχόμενο χρυσό 20 τόννους περίπου. Προσχωσιγενής χρυσός που φιλοξενείται σε προσχωσιγενείς αποθέσεις ποτάμιων ιζημάτων με υπολογισμένο κοιτασματολογικό δυναμικό 6,5 τόννων Au, με βάση έρευνες του ΙΓΜΕ, στις περιοχές Φιλιούρη ποταμού (Ροδόπης), Γαλλικού ποταμού (Κιλκίς) και Νιγρίτα (Σερρών) [70].

Κοιτασματολογικό στόχο για την παρουσία οικονομικών συγκεντρώσεων πλατινοειδών αποτελούν τα πορφυρικά συστήματα χαλκού που ανήκουν στο μεταλλογενετικό τόξο με βορειοδυτική διεύθυνση από τα κοιτάσματα Σκουριών-Φισώκας (Χαλκιδική) σε αυτά της Ποντοκερασιάς - Γερακαριού (Κιλκίς), Συγκεκριμένα στο εκμεταλλεύσιμο μετάλλευμα των Σκουριών έχουν εντοπισθεί οικονομικές συγκεντρώσεις Παλλαδίου (Pd) 0,5 γρ/τόννο που διευρύνουν ακόμη περισσότερο το ήδη

πλούσιο μεταλλευτικό δυναμικό και αξία του κοιτάσματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις σίδηρο - νικελιούχων λατεριτικών κοιτασμάτων (π.χ. Βέρμιο) έχουν επίσης προσδιορισθεί αυξημένες περιεκτικότητες πλατινοειδών που δημιουργούν προϋποθέσεις πρόσθετου οικονομικού ενδιαφέροντος.

Οικονομικές συγκεντρώσεις χαλκού στην Ελλάδα εντοπίζονται στα κοιτάσματα πορφυρικού τύπου που πολύ συχνά συνοδεύονται και από υψηλές περιεκτικότητες χρυσού. Στην περιοχή Σκουριών της ΒΑ Χαλκιδικής έχουν επίσης εντοπισθεί εκμεταλλεύσιμα αποθέματα 153,6 εκ. τόννων. με μέση περιεκτικότητα 0,89 g/t Au, 0,56% Cu και 2 gr/tn Ag, από τα οποία προβλέπεται να παραχθούν καθ' όλη τη διάρκεια της εκμετάλλευσης περίπου 2.500.000 τόννοι συμπυκνώματος χαλκού-χρυσού. Το συνολικό παραγωγικό δυναμικό στις Σκουριές ανέρχεται σε 161 τόννους Au και 1.043.000 τόννους Cu.

Τα πολυμεταλλικά κοιτάσματα επιθερμικού και πορφυρι(τι)κού τύπου της Σερβομακεδονικής μεταλλογενετικής ζώνης καθώς και της ζώνης Ροδόπης στη Βορειοανατολική Ελλάδα είναι τα πλέον ελπιδοφόρα για μελλοντική παραγωγή σπανίων γαιών και μετάλλων. Συγκεκριμένα περιέχουν: Sb (Αντιμόνιο), Te (τελούριο), Mo (Μολυβδαίνιο), Re (Ρήνιο), Ga (Γάλλιο), Ge (Γερμάνιο), In (Ίνδιο), REE (Σπάνιες Γαίες) και PGM (Πλατινοειδή Μέταλλα) όπως Pt (λευκόχρυσο), Pd (παλλάδιο), Os (όσμιο), Ir (ιρίδιο), Ru (ρουτίλιο) κ.λπ. Τα παραπάνω μέταλλα θα μπορούσαν να παραχθούν ως "παραπροϊόντα" μαζί με τα κύρια παραγόμενα μέταλλα Au (χρυσού) και Ag (αργύρου), εφόσον φυσικά ξεκινήσει η διαδικασία παραγωγής των μετάλλων αυτών.

Σημαντικά αποθέματα σπανίων γαιών εντοπίζονται σε προσχωσιγενείς αποθέσεις στο παράκτιο και υποθαλάσσιο περιβάλλον του Στρυμωνικού κόλπου μεταξύ του ομώνυμου ποταμού και της Καβάλας. Συγκεκριμένα κοιταματολογικές έρευνες που πραγματοποίησε το ΙΓΜΕ υπολογίζουν αποθέματα 485.000.000 τόνων με μέση περιεκτικότητα σπανίων γαιών 1,17%. Ενδιαφέρον για συστηματική κοιτασματολογική διερεύνηση παρουσιάζουν επίσης οι βωξίτες και οι βωξιτικοί λατερίτες στην Στερεά Ελλάδα με αντιπροσωπευτικές περιεκτικότητες που κυμαίνονται συνολικά από 3275-6378 γρ/τόνο REE. Το διαφαινόμενο ερευνητικό ενδιαφέρον περιλαμβάνει ακόμη και την κόκκινη λάσπη από την μεταλλουργία αλουμινίου.

Τα κοιτάσματα βωξιτών και λατεριτών της Κεντρικής και Βορείου Ελλάδος, τα οποία ήδη υφίστανται εκμετάλλευση για την παραγωγή Al και Ni, περιέχουν επίσης σημαντικές ποσότητες Co (κοβαλτίου) καθώς και Σπανίων Γαιών (REE) και μπορούν να ενταχθούν στα μελλοντικά σχέδια των μεταλλευτικών βιομηχανιών. Αντιπροσωπευτικές περιεκτικότητες των βωξιτικών λατεριτών υπάρχουν όπως αναφέραμε και παραπάνω στη Στερεά Ελλάδα ενώ το ερευνητικό ενδιαφέρον περιλαμβάνει ακόμη και την κόκκινη λάσπη από τη μεταλλουργία αλουμινίου.

Ο γραφίτης από την μεριά του ανήκει στην κατηγορία των βιομηχανικών ορυκτών, εντάσσεται στην ομάδα των κρίσιμων για την Ευρώπη Ορυκτών Πρώτων Υλών (ΟΠΥ) και στην Ελλάδα εντοπίζεται σε περιοχές της Ξάνθης και της Δράμας όπου εντοπίσθηκε κοίτασμα που περιέχει γραφιτικό άνθρακα 600.000 τόνων περίπου με μέση περιεκτικότητα 6%. Με τις παρούσες συνθήκες το κοίτασμα κρίνεται υπό – οικονομικό [71].

Κοιτασματολογικές έρευνες αλλά και αναλύσεις δειγμάτων που πραγματοποίησε το ΙΓΜΕ στις περιοχές μεταξύ Χαλκιδικής και Αλεξανδρούπολης (το 2001) ήταν αρκετά ενθαρρυντικές, εκτιμώντας αποθέματα 485 εκατομμυρίων τόνων με μέση περιεκτικότητα σπανίων γαιών 1,17% (κυρίως Ce, La και Nd) και δυστυχώς αρκετή περιεκτικότητα σε θόριο (Th, ραδιενεργό στοιχείο). Ήδη έχει ενταχθεί στο ΕΣΠΑ, πρόγραμμα που αφορά υποθαλάσσια έρευνα στην υφαλοκρηπίδα του Βόρειου Αιγαίου, η οποία θα διεξαχθεί με υπερσύγχρονα μηχανήματα πάνω στο ωκεανογραφικό σκάφος του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ), με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον να εντοπίζεται στην ακτογραμμή από Καβάλα μέχρι την Αλεξανδρούπολη. Με βάση τη χαρτογράφηση καθορίζεται το βάθος όπου μπορεί να υπάρχουν συγκεντρώσεις μεταλλευμάτων. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα (ΥΠΟΘΕΡ - Υποθαλάσσιες Κοιτασματολογικές Ερευνες) υλοποιείται όπως αναφέραμε και παραπάνω σε συνεργασία με το ΕΛΚΕΘΕ.



Με βάση τα αποθέματα σε χρυσό, άργυρο, χαλκό, μόλυβδο και ψευδάργυρο η Βόρεια Ελλάδα, σύμφωνα με το ΙΓΜΕ, θεωρείται από τις πιο αξιόλογες κοιτασματολογικές περιφέρειες της Ευρώπης. Το ΥΠΕΚΑ επιδιώκει την εκμίσθωση σε ιδιώτες μεταλλευτικών περιοχών. Έτσι, έθεσε σε διαβούλευση το πλαίσιο της προκήρυξης τριών διεθνών διαγωνισμών για τη μίσθωση σε ιδιώτες επενδυτές μεταλλευτικών χώρων στο Καλλυντήρι της Ροδόπης, καθώς και στις περιοχές Βάθης - Γερακαριού και Πολυκάστρου - Σκρα στο Κιλκίς. Εκεί οι έρευνες του ΙΓΜΕ εντόπισαν παρουσία κοιτασματολογικών συγκεντρώσεων Χρυσού, Χαλκού, Μολύβδου, Ψευδαργύρου, Αργύρου, Αντιμονίτη, καθώς και άλλων μετάλλων. Η συνολική αξία των εκτιμώμενων απολήψιμων κοιτασμάτων ανέρχεται, σύμφωνα με το ΥΠΕΚΑ, στα 2,5 δισ. ευρώ, ενώ η συνολική αξία των δυναμικών αποθεμάτων (potential resources) φτάνει στα 10 δισ. Ευρώ [72].

Σημειώνεται ότι σύμφωνα με διεθνείς μελέτες, περίπου το 60-65 % των παραπάνω εκτιμήσεων αποτελεί την καθαρά αξία (net return) και σε κάθε περίπτωση αυτό ισχύει μόνο όταν πρόκειται για καθετοποιημένη μεταλλευτική – μεταλλουργική δραστηριότητα.

Πιο συγκεκριμένα στον Δημόσιο Μεταλλευτικό Χώρο Πολύκαστρου – Σκρα, Ν. Κιλκίς, περίπου 25 χιλιόμετρα ΒΔ της Αξιούπολης εντοπίζεται στα βέβαια αποθέματα 4.700.000 τόνων με 7,7% Ψευδάργυρο και Μόλυβδο, που περιέχουν 113.000 τόνους Μολύβδου, 172.000 τόνους Ψευδαργύρου και 80 τόνους Αργύρου. Τα δυναμικά αποθέματα εκτιμώνται σε 12.000.000 τόνους με 7,5% Ψευδάργυρο και Μόλυβδο. Η αξία των περιεχομένων μετάλλων Μολύβδου, Ψευδαργύρου και Αργύρου στα βέβαια αποθέματα, ανέρχεται περίπου σε 1 δις Ευρώ και στα δυναμικά εκμεταλλεύσιμα αποθέματα σε 2,5 δισ. Ευρώ.

Σε σχέση με τις σημερινές προοδευτικές τάσεις της αγοράς και την διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση σε κρίσιμα μέταλλα, προτείνεται η διερεύνηση για την παρουσία Ινδίου και Γερμανίου, που συχνά εμπλουτίζονται στα μικτά θειούχα κοιτάσματα τύπου Πολυκάστρου.

Στον ίδιο διαγωνισμό εντάσσεται και το κοίτασμα Μολυβδαινίου στην γειτονική περιοχή του Μαύρου Δέντρου, με δυναμικά αποθέματα περιεχομένου Μολυβδαινίου αξίας περίπου 0,2 δισ. Ευρώ. Στην περιοχή αυτή η παρουσία Χαλκού και Βολφραμίου χρίζει περαιτέρω ερευνητικού ενδιαφέροντος.

Στον Δημόσιο Μεταλλευτικό Χώρο Βάθης – Γερακαρίου στο Νομό Κιλκίς το οικονομικό και επενδυτικό ενδιαφέρον εντοπίζεται στην παρουσία κοιτασματολογικών συγκεντρώσεων Χαλκού και Χρυσού σε μία ευρεία περιοχή των Δ.Δ. Τέρπυλλου, Βάθης, Ευκαρπίας, Γερακαρίου, Κεντρικού Μυλοχωρίου – Αντιγόνειας του Δήμου Κιλκίς.

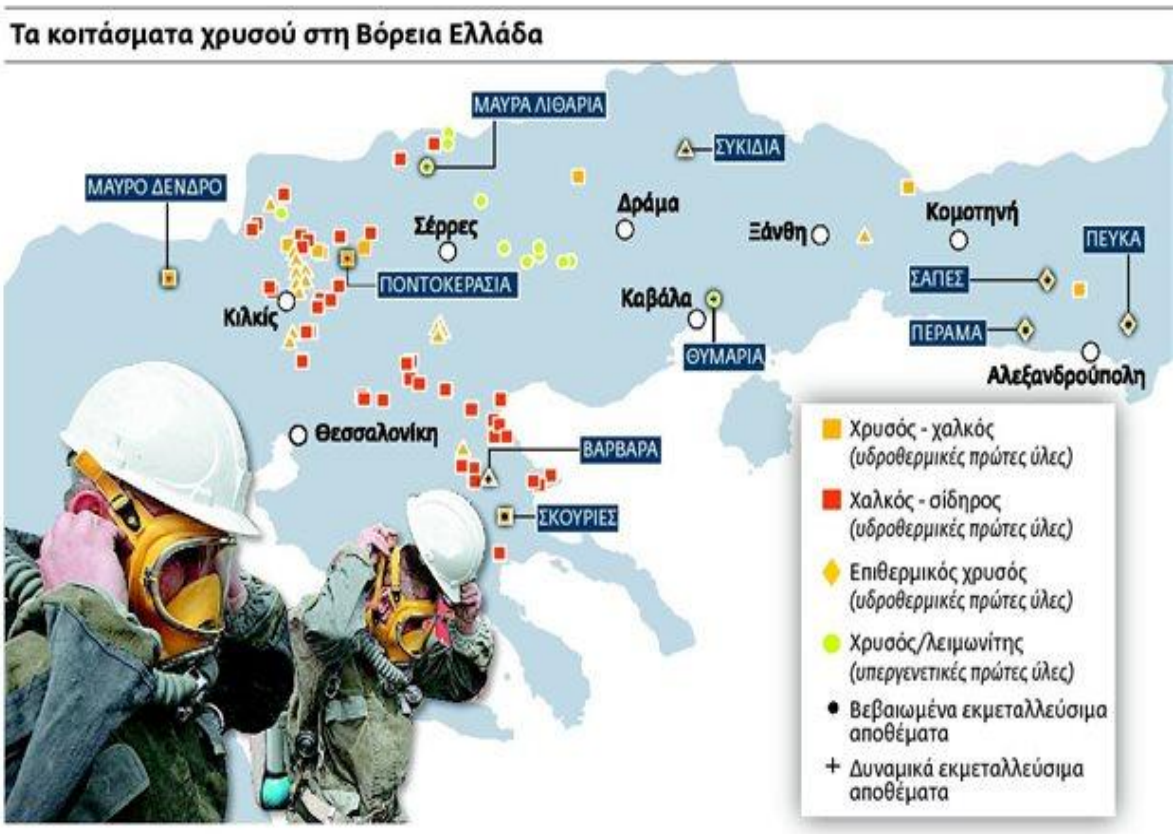
Τα βεβαιωμένα αποθέματα, βάσει ερευνητικών εργασιών του ΙΓΜΕ, ανέρχονται συνολικά σε 28.000.000 τόνους με 0,4% Χαλκό και 0,9 γρ./τόνο Χρυσό, ενώ τα δυναμικά αποθέματα σε 180.000.000 τόνους με τις ίδιες περιεκτικότητες. Η ακαθάριστη αξία των περιεχόμενων μετάλλων (gross metal value) Χαλκού και Χρυσού στα βέβαια αποθέματα ανέρχεται περίπου 1,5 δισ. Ευρώ, ενώ στα δυναμικά εκμεταλλεύσιμα αποθέματα η αξία αυτή πλησιάζει τα περίπου 7,0 δισ. Ευρώ.

Στη μελλοντική εξέλιξη της περιοχής αυτής θα πρέπει να συμπεριληφθεί το πρόσθετο αποθεματικό δυναμικό των 4,0 δισ. Ευρώ που αναμένεται να προκύψει από τις έρευνες του ΙΓΜΕ στο γειτονικό κοίτασμα της Ποντοκερασιάς στο πλαίσιο σχετικού έργου του ΕΣΠΑ.

Στον Δημόσιο Μεταλλευτικό Χώρο Καλλυντηρίου, του Δήμου Αρριανών του Ν. Ροδόπης το κοιτασματολογικό ενδιαφέρον εντοπίζεται στην παρουσία μεταλλοφορίας Αντιμονίτη και των περιεχομένων μετάλλων Αντιμονίου, Μολύβδου, Ψευδαργύρου, Χαλκού και Αργύρου, ενώ στον ευρύτερο ΔΜΧ υπάρχουν ενδείξεις και για μεταλλοφορία Χρυσού. Η αξία σε περιεχόμενα μέταλλα αντιμονίου, αργύρου και χρυσού στα δυναμικά αποθέματα ανέρχεται σε περίπου 0,5 δις. Ευρώ.

Πρόσφατα έχουν εντοπισθεί αξιόλογα κοιτάσματα χρυσού, επιθερμικού τύπου, στις περιοχές Πεύκων, Πασά λόφου (Νότιο τμήμα περιοχής Πεύκων) και Περιοχή Δημόσιου Μεταλλείου Κίρκης (Ανατολικό τμήμα περιοχής Κώνου, Σαππών), όπου χρειάζεται περαιτέρω έρευνα, καθώς και σημαντικές εμφανίσεις μετάλλων υψηλής τεχνολογίας, πλατινοειδή (ενώσεις Ιριδίου), στο οφιολιθικό σύμπλεγμα Σμιγάδας - Ραγάδας - Βυρσίνης (που συνοδεύονται από σπάνιες γαίες Γαδολίδιο, Δυσπρόσιο). Εμφανίσεις χρυσού και μεικτών θειούχων υπάρχουν επίσης στα Πετρωτά, Μελίταινα και Ξυλαγανή του Ν. Ροδόπης, στα Κιμμέρια του Ν. Ξάνθης και στα Κουμαριά και Σωτήρα της Θάσου [73]. Πολύ ελπιδοφόρο θεωρείται το κοίτασμα στο Φαρασίνο του Ν. Δράμας στο οποίο σύμφωνα με τις πρώτες ενδείξεις αναπτύσσεται σημαντική μεταλλοφορία χρυσού (12 γρ/ τόνοι Au), αργυρού (260 γρ/ τόνοι Ag) αλλά και ψευδαργύρου (5% Zn), μολύβδου (7% Ph) και χαλκού (1,5% Cu).





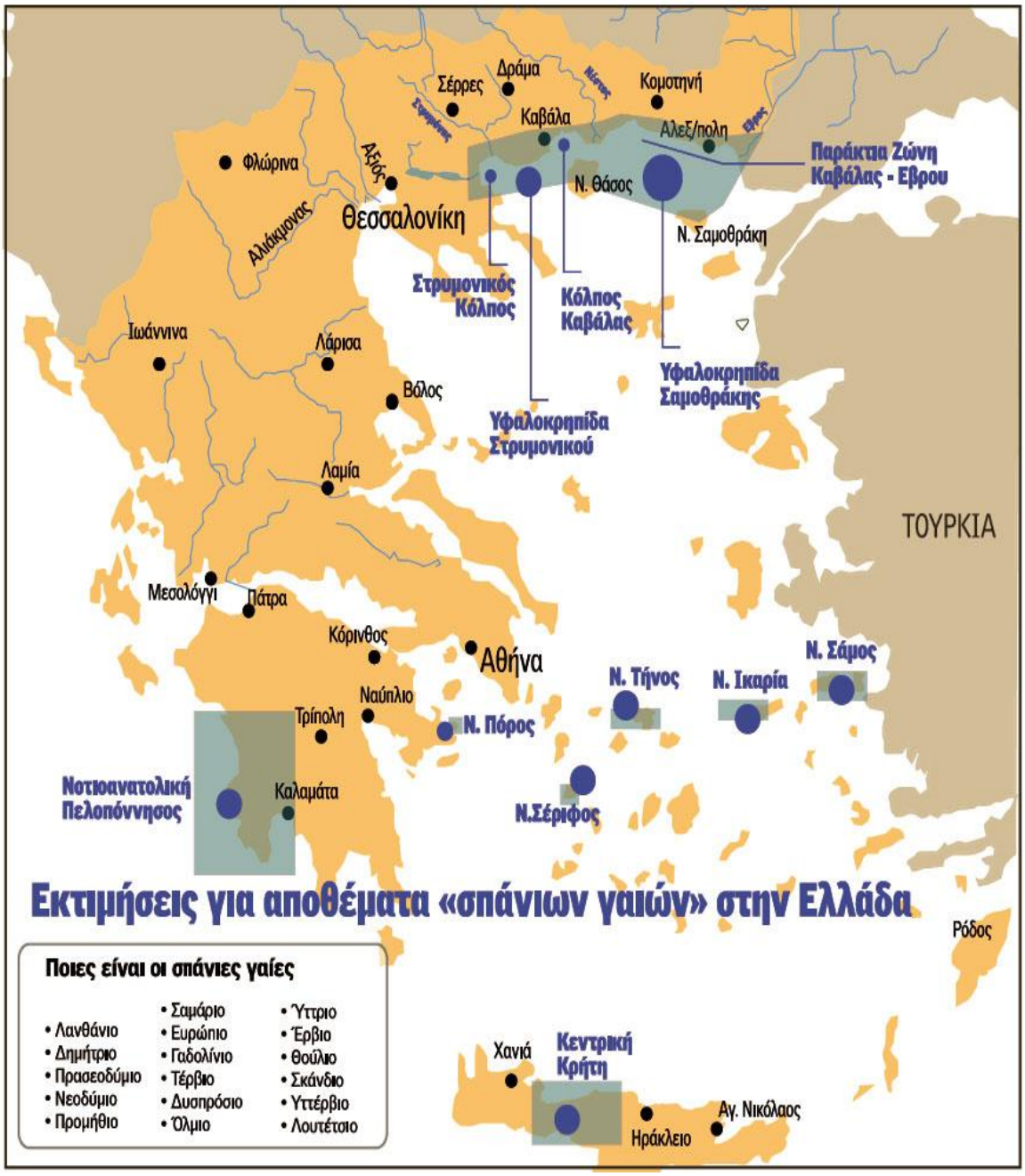
Σε αρκετές περιοχές της Ελλάδος απαντάται -ως συνοδό άλλων- το ορυκτό αλλανίτης (Allanite), το οποίο μάλιστα έχει επιβεβαιωθεί να περιέχει και πάνω από 18% σε σπάνιες γαίες (κοίτασμα skarn Σερίφου), ειδικότερα La (Λανθάνιο) και Ce (Δημήτριο). Τα μέταλλα αυτά είναι απολύτως απαραίτητα για την ευρωπαϊκή βιομηχανία (κελιά καυσίμων, μπαταρίες, καταλύτες, υβριδικά ΙΧ κ.λπ.) και η Ε.Ε. δεν διαθέτει ικανές εκμεταλλεύσιμες ποσότητες, με αποτέλεσμα οι τιμές τους να είναι υψηλές (το 2011 υπερέβησαν τα 100 - 150 €/kg). Κάθε μπαταρία ενός υβριδικού αυτοκινήτου χρησιμοποιεί 10-15 κιλά La σε στερεά μορφή (powder) ενώ η τάση είναι η ποσότητα αυτή να αυξηθεί. Και κάθε κιλό λανθανίου (La2O3) τιμάται από 10 έως 35 € στην παγκόσμια αγορά. Παρότι ειδικά για τα La και Ce η αγορά είναι πτωτική και οι τιμές τους σήμερα απέχουν σημαντικά από τα ιστορικά υψηλά του 2011, εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς ότι αν καταφέρναμε να εκμεταλλευτούμε εγκαίρως τα κοιτάσματα με ορυκτό αλλανίτη που διαθέτουμε θα λύναμε αρκετά προβλήματα της ευρωπαϊκής βιομηχανίας [74].

Ιδιαίτερα σημαντική στην παρουσία σπάνιων γαιών είναι η περιοχή μεταξύ Νέας Περάμου (ακρωτήριο Βρασίδας) και Στρυμονικού Κόλπου. Εμπλουτισμοί σπάνιων γαιών έχουν επίσης εντοπιστεί στη Νοτιοδυτική Σαμοθράκη και στην Άνω Βυρσίνη, στη γεωλογική ζώνη του Ιονίου (μια θαλάσσια περιοχή και μια χερσαία βόρεια των Ιωαννίνων), καθώς και σε περιοχές όπου υπάρχουν κοιτάσματα βωξίτη (π.χ. στη ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας, στην Ανατολική Πελοπόννησο, στη Χαλκιδική, σε Αμοργό και Σκόπελο, στην Εύβοια κ.α.). Τέλος, λανθάνιο, πρασεοδύμιο και προμήθειο βρίσκονται κάτω από το υπέδαφος της Χίου [75].

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
Ροδόπη / Θεσσαλονίκη / Χίος	Αντιμόνιο (αντιμονίτης ή στιβνίτης) + Pb, Fe, Cu, Ag, Au	Περιεκτικότητα 1-2,5% Sb > 1 γρ / τόνο
Πολύκαστρο (Κιλκίς)	Ψευδάργυρος Zn, Μόλυβδος Pb	172.000 τόνοι Zn 113.000 τόνοι Pb
Ποντοκερασιά – Γερακάρι (Κιλκίς)	Πορφυρικά συστήματα χαλκού Cu, Χρυσός Au	0,4% Cu 0,9% Au
Σκουριές – Φισώκας (Χαλκιδική)	Χαλκός Cu, Χρυσός Au, Παλλάδιο Pd	0,56% Cu 0,89% Au 0,5% Pd
Σάππες (Ροδόπη)	Χρυσός Au	0,17% Au
Στρυμονικός Κόλπος	Σπάνιες Γαίες	1,17% REE 485.000.000 τόνοι
Στερεά Ελλάδα	Βωξίτες / Λατερίτες	3,3 – 6,4 % REE
Μολάους (Λακωνία), Ολυμπιάδα (Χαλκιδική), Θέρμες (Ξάνθη), Αισύμη (Έβρος)	Ψευδάργυρος Zn, Μόλυβδος Pb, Αργυρό Ag	1.500.000 Pb και Zn 515 τόνοι Ag (αποθεματικό δυναμικό)
Ξάνθη – Δράμα	Γραφίτης	600.000 τόνοι
Χαλκιδική – Αλεξανδρούπολη	Δημήτριο Ce, Λανθάνιο La, Νεοδύμιο Nd + Θόριο Th	485.000.000 τόνοι + 1,17% Th
Κορινθιακός Κόλπος	Σπάνιες Γαίες	0,8 – 1 % REE

Η διαδικασία εύρεσης σπάνιων γαιών δεν είναι και πολύ εύκολη. Συνήθως τις «προδίδει» η ακτινοβολία - έχει βρεθεί συσχέτιση σπάνιων γαιών και ουρανίου ή θορίου. Έτσι, με τους ανιχνευτές ιονίζουσας ακτινοβολίας σαρώνονται οι ύποπτες περιοχές και εντοπίζονται οι «τσέπες» των σπάνιων γαιών, όπως λένε οι μεταλλωρύχοι τις θέσεις όπου υπάρχουν αποθέσεις. Σε αυτά τα σημεία οι ερευνητές σκάβουν με φτυάρι λάκκους - τομές με 1,5 μ. βάθος και 2 μέτρα διάμετρο - και παίρνουν δείγματα προκειμένου να γίνουν οι απαραίτητες αναλύσεις.

Προτού ακόμη ολοκληρωθούν οι έρευνες, πολλές εταιρείες επιδίδονται σε αγώνα δρόμου προκειμένου να αποκτήσουν τεχνογνωσία. Προσπαθούν να είναι έτοιμες ώστε όταν θα επιβεβαιωθούν τα εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα και προκηρυχθούν οι διαγωνισμοί να τρέξουν για την εκμετάλλευσή τους. Ήδη πολλές εταιρείες συμμετέχουν στο ερευνητικό πρόγραμμα EURARE - στην Ελλάδα ένας από τους τρεις εταίρους είναι όπως έχουμε αναφέρει η Αλουμίνιον της Ελλάδος.



Η χώρα μας έχει ήδη εξασφαλίσει συνεργασία με την κορυφαία δύναμη παγκοσμίως στις σπάνιες γαίες, την Κίνα. Ο δράκος της Ασίας, αν και έχει το μονοπώλιο ενδιαφέρεται και για τα υπόλοιπα αποθέματα. Στη συνάντηση που είχε ο Υπουργός Περιβάλλοντος με αντιπροσωπεία υψηλόβαθμων αξιωματούχων της Κίνας πριν από ένα χρόνο περίπου, συμφωνήθηκε η δημιουργία μιας «ομάδας δράσης» η οποία σε πρώτη φάση θα μεταφέρει τεχνογνωσία.

Η κινεζική αντιπροσωπεία κατά την ολιγοήμερη παραμονή της ζήτησε στοιχεία τα οποία αφορούν την εξόρυξη μεταλλευμάτων που σχετίζονται με την ανάκτηση σπάνιων γαιών και ενημερώθηκε για τις τρέχουσες έρευνες στον ελλαδικό χώρο. Παράλληλα, οι κινέζοι αξιωματούχοι επισκέφθηκαν την Αλουμίνιον της Ελλάδος και εξέφρασαν ενδιαφέρον να αγοράσουν την τοξική κόκκινη λάσπη, η οποία για 40 και πλέον χρόνια ρύπαινε τον Κορινθιακό, διότι περιέχει ραδιενεργά υλικά και σπάνιες γαίες σε ποσοστό 0,8%-1%. Η αξία του ορυκτού μας πλούτου υπολογίζεται σε 40 δισ. ευρώ, εκτός των σπάνιων γαιών, η αξία των οποίων δεν μπορεί ακόμη να εκτιμηθεί. Από την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων υδρογονανθράκων υπολογίζονται έσοδα ύψους ως και 150 δισ. ευρώ σε βάθος 25-30 ετών [76]. Επομένως και η εκμετάλλευσή τους έχει πάρει πλέον μορφή άλλης σημασίας.



Κεφάλαιο 4

Οι Σπάνιες Γαίες τα τελευταία χρόνια απόκτησαν τεράστια οικονομική σημασία λόγω των πολλών νέων εφαρμογών τους σε νέες τεχνολογίες όπως οι ψηφιακές τεχνολογίες και οι στρατιωτικοί εξοπλισμοί. Για αυτόν τον λόγο η ζήτηση τους είναι τεράστια όπως και η ανάγκη εξόρυξης τους και διάθεσης τους στην αγορά. Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με ραδιονουκλίδια κατά την εξόρυξη σπάνιων γαιών συμβαίνει όχι γιατί οι ίδιες εμφανίζουν έντονη ραδιενεργή δραστηριότητα, άλλα γιατί πολλές Σπάνιες Γαίες βρίσκονται εντός μεταλλευμάτων που περιλαμβάνουν ραδιενεργά στοιχεία όπως το Θόριο και το Ουράνιο.

Το γεγονός αυτό είναι πολύ σημαντικό όσον αφορά την επιβάρυνση του περιβάλλοντος κατά την διάρκεια της επεξεργασίας ενός κοιτάσματος, αλλά και όσο αφορά τα λήμματα που παράγονται και αποβάλλονται στο περιβάλλον μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Υπάρχουν παγκόσμια περιοχές όπου αυτού του είδους η εξορυκτική δραστηριότητα προκάλεσε σοβαρά προβλήματα στο οικοσύστημα και στον άνθρωπο, λόγω της επιβάρυνσης του νερού και του αέρα με επικίνδυνα ραδιενεργά απόβλητα.

Ωστόσο τα τελευταία χρόνια υπάρχει παγκόσμια μια τάση της οργάνωσης των εξορύξεων με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην υπάρχει έντονη επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Οι πολιτικές προστασίας στοχεύουν κυρίως στην αποφυγή της έντονης έκθεσης των εργαζομένων και του πληθυσμού σε ιονίζουσα ακτινοβολία, στην μείωση των εκπομπών αλλά και στην αποκατάσταση της περιοχής μετά το τέλος της εξόρυξης.

4.1 Επιβάρυνση περιβάλλοντος

Τα περισσότερα αποθέματα σπάνιων γαιών απαντώνται εντός κοιτασμάτων άλλων πετρωμάτων, τα οποία συμπεριλαμβάνουν τα στοιχεία του Θορίου και του Ουράνιου, των οποίων η συγκέντρωση ποικίλλει εντός του σώματος του κάθε κοιτάσματος. Η πιο συνηθισμένη τεχνική για την επεξεργασία του μεταλλεύματος μετά την εξόρυξη, είναι αυτή που περιλαμβάνει πρώτα την άλεση του μεταλλεύματος και μετά την χρήση της τεχνικής της επίπλευσης, ώστε να διαχωριστεί το χρήσιμο μέταλλο από το υπόλοιπο μετάλλευμα.

Το πρώτο βήμα είναι η εξόρυξη (mining), η οποία λαμβάνει χώρα συνήθως σε ένα ανοιχτό ορυχείο. Υπάρχουν όμως και ορισμένες περιπτώσεις υπόγειας εξόρυξης (π.χ. Ορυχείο λίμνης Thor στον Καναδά). Προτού συμβεί αυτό το βήμα αφαιρείται από την περιοχή της εξόρυξης το πρώτο στρώμα εδάφους (waste rock), καθώς και η υπάρχουσα βλάστηση, ώστε να αποκαλυφθεί το στρώμα το οποίο είναι πλούσιο σε μέταλλο. Το δεύτερο βήμα μετά την εξόρυξη είναι η διαδικασία της άλεσης (milling). Το μετάλλευμα με αυτή την διαδικασία μετατρέπεται σε σκόνη, ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ενεργός επαφή, ώστε να γίνει μετέπειτα ευκολότερα ο διαχωρισμός των μετάλλων. Το τρίτο βήμα είναι ο διαχωρισμός του χρήσιμου μέταλλου από το υπόλοιπο μετάλλευμα.

Χρησιμοποιούνται διάφορες φυσικές μέθοδοι. Η πιο καθιερωμένη είναι η επίπλευση (floration), η οποία απαιτεί μεγάλη ποσότητα νερού, χημικών (παράγοντες επίπλευσης) καθώς και μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Το μετάλλευμα που εισάγεται στη διαδικασία της άλεσης έχει μια αρχική περιεκτικότητα μεταξύ 1-10% .Το προϊόν που προκύπτει στο τέλος της διαδικασίας της επίπλευσης έχει μια περιεκτικότητα 30-70%. Μετά την επίπλευση δημιουργούνται τεράστιες ροές (tailings) από ένα μείγμα νερού, χημικών και ορυκτών πετρωμάτων. Συνήθως αυτές οι ροές οδηγούνται σε περιοχές κατακράτησης, οι οποίες είναι τεχνητές λίμνες ή και φυσικές δεξαμενές νερού (φυσικές λίμνες). Οι περιοχές κατακράτησης περιορίζονται από φράγματα. Τέλος το συμπύκνωμα που προκύπτει υφίσταται επιπλέον επεξεργασία (further prosessing). Οδηγείται σε εργοστάσιο που μπορεί και βρίσκεται εκτός της μεταλλευτικής ζώνης. Εκεί οι σπάνιες γαίες μέσω επεξεργασίας διαχωρίζονται . Αυτή η διαδικασία είναι δύσκολη λόγω της συγγένειας που έχουν μεταξύ τους οι σπάνιες γαίες.

Οι περισσότεροι μακροπρόθεσμοι και βραχυπρόθεσμοι κίνδυνοι εμφανίζονται λόγω της εκροής μετά την διαδικασία της επίπλευσης. Τα λήμματα που προκύπτουν μένουν για πάντα στις δεξαμενές που καταλήγουν, εκτεθειμένα στο νερό της βροχής. Εξαιτίας αυτής της συνεχούς έκθεσης στο νερό, τοξικές ουσίες μπορούν να αποπλυθούν. Αν υπάρχουν σχισμές στο έδαφος είναι πιθανόν να μολύνουν τα υπόγεια νερά. Ένας άλλος κίνδυνος υφίσταται όταν υπάρχει έντονη βροχόπτωση και τα φράγματα δεν είναι δυνατό να κατακρατήσουν το νερό που πέφτει. Τότε μεγάλες ποσότητες από μολυσμένο νερό θα διαφύγουν και θα μολύνουν τον υδροφόρο ορίζοντα και το έδαφος. Η σύσταση του νερού που απορρέει εξαρτάται από το είδος του αρχικού μεταλλεύματος και των χημικών ουσιών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διαδικασία της επίπλευσης. Τις περισσότερες φορές βέβαια περιέχει ραδιενεργές ουσίες, οξέα βαρέα μέταλλα κ.α..Τα περισσότερα κοιτάσματα περιλαμβάνουν ουράνιο και θόριο και τα προϊόντα της διάσπασης τους. Πολύ λίγα κοιτάσματα δεν περιέχουν καθόλου ραδιενεργές ουσίες.



Μια οικολογική καταστροφή μπορεί να συμβεί επίσης εάν ένα φράγμα καταρρεύσει και νερό με υψηλή περιεκτικότητα σε τοξικές ουσίες διαφύγει. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν προκαλέσουν μια τέτοια κατάρρευση όπως για παράδειγμα το νερό λόγω μιας καταιγίδας ή λόγω κακής κατασκευής ή και λόγω ενός σεισμού. Για αυτόν τον λόγο είναι απαραίτητο να παρακολουθείται μακροπρόθεσμα το κάθε φράγμα ώστε να είναι σταθερό κατά την διάρκεια της διαδικασίας εξόρυξης αλλά και για πολλές δεκάδες χρόνια αφού ολοκληρωθεί η εξόρυξη. Παρόμοιος κίνδυνος υπάρχει και με το πέτρωμα το οποίο αφαιρείται στο πρώτο στάδιο της εξόρυξης. Παραμένει αποθηκευμένο για μεγάλο χρονικό διάστημα στο νερό της βροχής και πολλές ουσίες όπως ραδιενεργά κατάλοιπα βαρέα μέταλλα κ.α. θα αποπλυθούν και θα μολύνουν το έδαφος και τον υδροφόρο ορίζοντα. Στις περισσότερες περιπτώσεις η επιβάρυνση με αυτόν τον τρόπο είναι μικρότερη, διότι το πέτρωμα αποτελείται από ακατέργαστο μετάλλευμα ενώ το προϊόν της επίπλευσης περιέχει λεπτή σκόνη (με περισσότερα σωματίδια). Ένας άλλος κίνδυνος είναι η ανοιχτή εξόρυξη. Ειδικά μετά το κλείσιμο του ορυχείου , θα βρεθεί εκτεθειμένη στο νερό της βροχής, που επίσης μπορεί να αποπλύνει τοξικές και ραδιενεργές ουσίες όπως αναφέραμε παραπάνω.

Πέρα από τους κινδύνους λόγω των βροχοπτώσεων και την διαρροή τοξικού και ραδιενεργού νερού, η εξόρυξη και η επεξεργασία, προκαλεί επίσης σοβαρές αέριες εκπομπές. Ένας βασικός παράγοντας μόλυνσης είναι η έκθεση των εργατών της εξόρυξης σε αέρια σωματίδια που περιέχουν Θόριο, Ουράνιο και άλλες ραδιενεργές ουσίες. Η σκόνη προέρχεται από την διαδικασία της εξόρυξης, της άλεσης, και λόγω των σωματιδίων που προέρχονται από το αρχικό πέτρωμα που αφαιρείται και αποθηκεύεται καθώς και από το προϊόν της απόπλυσης.

Υπάρχουν και δύο παράγοντες ενός μακροπρόθεσμου κινδύνου εάν μετά το κλείσιμο του ορυχείου δεν πραγματοποιηθεί η διαδικασία αποκατάστασης της περιοχής του ορυχείου. Παραπέρα περιβαλλοντική καταστροφή συνδέεται με τη χρήση γης. Η χρήση γης αφορά το ίδιο το ορυχείο, την γύρω περιοχή που επηρεάζεται από την μόλυνση κατά την διάρκεια της εξόρυξης, όπως και η διαδικασία μετά το κλείσιμο του ορυχείου. Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας είναι η χρήση του νερού μιας περιοχής στην διαδικασία της επίπλευσης, πράγμα που οδηγεί στην αποξήρανση της περιοχής. Η περαιτέρω επεξεργασία των σπάνιων γαιών είναι μια ενεργοβόρα διαδικασία που προκαλεί σοβαρές αέριες εκπομπές σε διοξείδιο του θείου, υδροχλώριο, καθώς και ραδιενεργές ουσίες.

Συμπερασματικά ραδιενεργά απόβλητα υπάρχουν στην πλειοψηφία των εξορύξεων σπάνιων γαιών. Τα ραδιονουκλίδια διαχωρίζονται μερικώς κατά την επίπλευση όπως μερικώς βρίσκονται επίσης στην εκροή απόπλυσης. Το υπόλοιπο μέρος των ραδιονουκλιδίων παραμένει κατά την διάρκεια της τελικής επεξεργασίας στο εργοστάσιο, όπου στο πέρας αυτής διαχωρίζεται. Σε κάθε βήμα της διαδικασίας επεξεργασίας συμβαίνει διαφυγή ραδιονουκλιδίων στον υδροφόρο ορίζοντα και στον αέρα.

Ωστόσο κάποια από τα κρίσιμα αυτά στοιχεία συμβάλλουν σε θετικές εξελίξεις σχετικά με το περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, μια χρήση του λουτητίου έχουμε στη ραδιοχρονολόγηση πετρωμάτων όταν δεν είναι εύκολο αυτή να γίνει με άλλες, πιο συνηθισμένες μεθόδους. Το ισότοπο λουτήτιο-176 υφίσταται μια μεταβολή μετά την εκπομπή σωματιδίων-β και τελικά προκύπτει άφνιο-176. Συγκρίνοντας τις ποσότητες των δύο αυτών ισοτόπων σε διάφορα πετρώματα θεωρητικά στην αρχή και πρακτικά μετά το 2001, χάρη στα όργανα που χρησιμοποίησε το Ινστιτούτο Μεταλλειολογίας του Πανεπιστημίου του Μύνστερ στη Γερμανία (Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy), αυξήθηκε η ακρίβεια χρονολόγησης. Έτσι βρέθηκε ότι θα έπρεπε να θεωρηθεί πως ο γήινος φλοιός δημιουργήθηκε 200 εκατομμύρια χρόνια νωρίτερα από όσο πίστευαν ως τότε, δηλαδή πριν από 4,3 δισεκατομμύρια χρόνια.

4.2 Η επίδραση στον άνθρωπο

Το θόριο υπάρχει στο περιβάλλον και οι άνθρωποι έρχονται σε επαφή με πάρα πολύ μικρές ποσότητες αυτού μέσω του φαγητού, του νερού και του αέρα. Οι άνθρωποι εκτίθενται σε μεγάλες συγκεντρώσεις Θορίου μόνο σε περίπτωση που ζουν ή εργάζονται κοντά σε περιοχές που συμβαίνει κάποια εξόρυξη ή επεξεργασία μεταλλευμάτων. Όταν το Θόριο εισέλθει στο ανθρώπινο σώμα μέσω της αναπνευστικής οδού, παραμένει στους πνεύμονες ένα χρονικό διάστημα που εξαρτάται από την χημική του μορφή. Σε περίπτωση κατάποσης το θόριο τυπικά αποβάλλεται με την πέψη. Ωστόσο ένα μικρό μέρος του θορίου που παραμένει στο σώμα εισέρχεται στη ροή του αίματος και υφίσταται εναπόθεση στα οστά, όπου και μπορεί να παραμείνει για χρόνια. Ο βασικός κίνδυνος που σχετίζεται με την έκθεση σε χρονίζουσα ακτινοβολία έχει να κάνει με την δημιουργία καρκίνου. Οι έρευνες δείχνουν ότι η εκτεταμένη εισπνοή σκόνης που περιέχει θόριο αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα και του πάγκρεας. Επίσης ο καρκίνος στα οστά είναι επίσης πιθανό να συμβεί λόγω της εναπόθεσης Θορίου στα οστά.

Όσον αφορά το ουράνιο, απαντάται στη φύση σε τρία ραδιενεργά ισότοπα U-234, U-235, και U-238 .Κατά την διάσπαση εκπέμπεται κυρίως ακτινοβολία α μαζί με ασθενή ακτινοβολία γ. Το U-238 δίνει μια μεγάλη γκάμα από ραδιονουκλίδια συμπεριλαμβανομένων των: Ράδιο-226 και Ραδόνιο-222. Αυτή η διαδικασία της διάσπασης συνεχίζεται μέχρι το σχηματισμό ενός σταθερού στοιχείου. Το ουράνιο απαντάται στη φύση σε μικρές ποσότητες. Λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας, απελευθερώνεται στο περιβάλλον (νερό και αέρα) κύρια λόγω των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων και χρήσεων του σε ενεργειακές εφαρμογές.

Οι επιπτώσεις της περιβαλλοντικής έκθεσης σε ελαφρές σπάνιες γαίες στην υγεία παιδιών ηλικίας 7-10 ετών μελετήθηκαν στις περιοχές Xunwucounty, Jiangxi στην Κίνα. Στην περιοχή εξόρυξης σπάνιων γαιών, η συγκέντρωση των ελαφρών σπάνιων γαιών στο αίμα ήταν σημαντικά υψηλότερη, (2,10 + 0,88 ng g-1), σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του αίματος στην περιοχή ελέγχου, 1,26 +/- 1,35 ng g-1. Το σκορ (IQ) ήταν σημαντικά

χαμηλότερο στην ομάδα της έκθεσης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου που δεν είχε υποστεί έκθεση. Το ποσοστό υψηλών σκορ IQ βρέθηκε μειωμένο στα παιδιά που εκτέθηκαν, ενώ το ποσοστό χαμηλών σκορ δείκτη IQ βρέθηκε αυξημένο. Η συγκεκριμένη μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στον δείκτη IQ και την απόσταση της κατοικίας από το σημείο εξόρυξης.

Σε μια άλλη κινεζική μελέτη αναλύθηκαν δείγματα αίματος από 156 αγρότες ηλικίας μεταξύ 20 και 45 ετών που ζουν σε περιοχές υψηλής συγκέντρωσης σπάνιων γαιών. Συγκεκριμένα 45 αγρότες ήταν από μεταλλευτική περιοχή με υψηλή συγκέντρωση βαρέων σπάνιων γαιών (HREE), 62 ήταν από μεταλλευτική περιοχή με υψηλή συγκέντρωση ελαφρών σπάνιων γαιών και 49 ήταν από μια περιοχή ελέγχου. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι με την μακροχρόνια κατάποση σκόνης σπάνιων γαιών επηρεάζονται δραστηριότητες ορισμένων πεπτικών ένζυμων, προκαλώντας δυσαπορρόφηση και δυσπεψία, που θα μπορούσε να οδηγήσει σε περαιτέρω μείωση των πρωτεϊνών στον οργανισμό των συγκεκριμένων πληθυσμών.

Το 2003 μελετήθηκε η συσχέτιση της ραδιενεργούς μόλυνσης των σπάνιων γαιών με την λευχαιμία σε περιοχές εξόρυξης. Οι κύριοι παράγοντες κινδύνου που βρέθηκαν σε αυτή τη μελέτη ήταν συχνά το πόσιμο νερό από ποτάμι της περιοχής, η απόσταση της κατοικίας από την περιοχή εξόρυξης και τα χρόνια κατοικίας στην συγκεκριμένη περιοχή.



Το προμήθειο δεν έχει κάποια αρνητική επίπτωση στη ζωή του ανθρώπου όμως δεν πρέπει να το πλησιάσουμε χωρίς την κατάλληλη στολή. Αυτό ακριβώς και με το ρουθήνιο που είναι καλύτερο να παρακολουθήσουμε τις ενώσεις του με άλλα στοιχεία από μακριά. Το νεοδύμιο μπορεί να λειτουργήσει σαν μαγνήτης και να γίνει τόσο ισχυρός που όταν κρατάμε δυο ίδιους με όγκο περίπου όσο ενός μεγάλου ζαριού μπορεί ο ένας να έλθει να κολλήσει τόσο δυνατά στον άλλον που αν παρεμβάλλεται δάχτυλο χεριού να τραυματιστεί άσχημα το νύχι (υπάρχουν σχετικά βίντεο στο YouTube). Ακόμη χειρότερα, αν κάποιο μικρό παιδί καταπιεί δύο ή περισσότερα τέτοια μαγνητάκια.

Οι μαγνήτες νεοδυμίου επομένως πρέπει να μένουν (πολύ) μακριά από κάρτες, τηλεοπτικές ή υπολογιστικές συσκευές. Μακριά επίσης από μικρά παιδιά. Μακριά από βηματοδότες. Είναι αρκετά εύθραυστοι, περισσότερο από τους συνηθισμένους, χρειάζονται προσοχή, μακριά από φωτιά διότι παράγονται τοξικά αέρια. Όταν έχετε πολλούς «κολλημένους» μαζί τοποθετείτε τη στήλη στην άκρη ενός τραπεζιού με μόνο τον πρώτο να εξέχει και με εγκάρσια κίνηση του χεριού χωρίζετε τον μαγνήτη αυτόν από

τους υπόλοιπους. Όλα αυτά φορώντας πάντα προστατευτικά γυαλιά διότι πετάγονται συχνά θραύσματα. Αναφέρονται περιστατικά όπου νεαρής ηλικίας άτομα, θέλοντας να στερεώσουν στο μάγουλό τους κάποια μεταλλικά αντικείμενα σκέφθηκαν να έχουν στο εσωτερικό του στόματός τους ένα μαγνητάκι από νεοδύμιο και κατέληξαν στο νοσοκομείο όπου οι γιατροί έπρεπε να κάνουν επέμβαση για να χωρίσουν τα δυο αντικείμενα.

Το ίνδιο δεν ανακατεύεται στη ζωή μας και ευτυχώς, για να λέμε την αλήθεια, διότι σε ποσότητες μεγαλύτερες από μερικά χιλιοστά του γραμμαρίου γίνεται επικίνδυνα τοξικό. Το ισότοπο ίνδιο-111, πάντως, με χρόνο ημιζωής 2,8 ημέρες, που εκπέμπει ακτίνες-γ, χρησιμοποιείται για να επισημαίνονται με αυτό λευκά αιμοσφαίρια παρμένα από δείγμα αίματος. Τα λευκά αυτά αιμοσφαίρια επανεισάγονται στον οργανισμό και λόγω των εκπομπών τους παρακολουθούνται και η παρακολούθηση αποκαλύπτει το πού συσσωρεύονται λευκά αιμοσφαίρια. Εκείνες οι περιοχές, για να προσελκύονται εκεί οι πρώτοι και έτοιμοι για θυσίες υπερασπιστές της υγείας μας, είναι ύποπτες για την εμφάνιση κάποιας μόλυνσης.

Το τελλούριο αποβαίνει τοξικό για όποιον έρχεται σε παρατεταμένη επαφή μαζί του. Και επιπλέον ταλαιπωρείται και από τη δυσοσμία της αναπνοής για αρκετό χρονικό διάστημα.

Η πιο ενδιαφέρουσα όμως εφαρμογή του είναι στην ανίχνευση υπέρυθρης ακτινοβολίας που βρίσκεται διάχυτη στο Διάστημα. Διότι τελλούριο συναντούμε στην εξελιγμένη Wide Field Camera 3 (WFC3) που εγκαταστάθηκε από τους αστροναύτες το 2009 στο διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble. Η κάμερα αυτή έχει βέβαια διπλή λειτουργία διότι χωρίζοντας τις προσπίπτουσες ακτίνες σε δυο τμήματα, διαθέτει ανιχνευτή για το τμήμα του φάσματος από τις υπεριώδεις ως τις ορατές και άλλον ανιχνευτή για τις υπεριώδεις. Μια ειδική διάταξη μάλιστα δίνει ευαισθησία στην κάμερα για υπερέρυθρες κοντά στο ορατό φάσμα (Near Infra Red Radiation, NIR). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μη συλλαμβάνει εκείνο το τμήμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας που θα θέρμαινε επιβαρυντικά την κάμερα και θα απαιτούσε πολύ ογκώδες σύστημα ψύξης. Στην κάμερα αυτή για τις υπερέρυθρες έχουμε ένα κρυσταλλικό υλικό με υδράργυρο - κάδμιο - τελλούριο που επιτρέπει μεγάλη ευκινησία στα ηλεκτρόνια, άρα και ευαισθησία στην εμφάνιση ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογης με την προσπίπτουσα υπέρυθρη ακτινοβολία.

Το θάλλιο είναι πολύ επικίνδυνο για την ζωή του ανθρώπου. Είναι ένα ασημόχρωμο μέταλλο πολύ τοξικό και παραπάνω από 8 χιλιοστά του γραμμαρίου ανά κιλό σωματικού βάρους συνιστά θανατηφόρα δόση για τον άνθρωπο. Το σατανικό με το θάλλιο είναι ότι μιμείται τόσο αποτελεσματικά το κάλιο ώστε όταν μπει στο σώμα μπορεί να αρχίσει να το αντικαθιστά όπου αυτό υπάρχει. Ιδιαίτερα αυτό συμβαίνει στο νευρικό σύστημα, το οποίο ύστερα από λίγο αρχίζει να ρετάρει. Ακολουθούν διάφορα συμπτώματα, όπως τάση για βαθύ ύπνο, αίσθηση βελονισμών στα πέλματα, δυσκολία στην ομιλία, διάρροιες, εμφάνιση συμπτωμάτων διαβήτη, στους άνδρες ανικανότητα και πτώση των

μαλλιών και των τριχών όπου υπάρχουν, για αμφότερα τα φύλα [77]. Μέσα στο σώμα δημιουργεί χλωριούχο θάλλιο, το οποίο είναι πολύ πιο δυσδιάλυτο από το χλωριούχο κάλιο και το σώμα μπορεί να χρειαστεί ως και τρεις μήνες για να καθαρίσει από μια τυχόν δηλητηρίαση.

Στην περίπτωση της δηλητηρίασης χορηγείται το λεγόμενο πρωσικό μπλε, βασικό συστατικό στο μπλε μελάνι, μια προσφορά στην παγκόσμια υγεία του γερμανού φαρμακοποιού Horst Heydlauf, το 1970, το οποίο έχει την ικανότητα να παίρνει το θάλλιο και να επιστρέφει το κάλιο. Το δράμα είναι ότι με το θάλλιο ξεγελιέται το σώμα και δεν μπορεί να το αποβάλει μόνο του διότι το περνάει για κάλιο και από το στομάχι το στέλνει στα υπόλοιπα όργανα και όταν αυτά το αποβάλλουν τους το ξαναστέλνει πίσω, μπαίνοντας σε έναν ατέρμονα κύκλο. Το πρωσικό μπλε σπάει αυτόν τον κύκλο.

Το στοιχείο αυτό το έδιναν επίσης γιατροί σαν ένα δραστικό αποτριχωτικό, διότι προσβάλλει τη ρίζα των τριχών και αυτές πέφτουν εύκολα. Σε περιπτώσεις της δερματικής νόσου τριχοφυτία (wringworm), η οποία είναι μια μυκητίαση πολύ κολλητική μεταδιδόμενη και από τα ζώα, βόλευε να απαλλάσσονται πρώτα από την τριχοφυΐα της περιοχής. Αλλά υπήρχαν και γυναίκες που έβγαζαν τα φρύδια τους με αυτό.

Το τεστ κόπωσης με θάλλιο όπου το στοιχείο χρησιμοποιείται με τη μορφή ραδιοϊσοτόπου για τα σπινθηρογραφήματα καρδιάς είναι μια επόμενη χρήση που μας φέρνει σε δισταγμούς καθώς διαβάζουμε τα παραπάνω. Οι γιατροί απαντούν καθησυχαστικά ότι η απαιτούμενη ποσότητα του θαλλίου (σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται και το στοιχείο τεχνήτιο) είναι τόσο μικρή ώστε δεν θα συμβεί κάτι από τα όσα περιγράψαμε για τη συμπεριφορά του στοιχείου αυτού μέσα στον οργανισμό. Ο εξεταζόμενος λοιπόν υφίσταται πρώτα μια δοκιμασία κόπωσης και ύστερα του χορηγείται με ενδοφλέβια ένεση μια μικρή ποσότητα φυσικά θαλλίου 201 ή τεχνητίου. Μια κεφαλή με κάμερες καταγράφει τους σπινθηρισμούς που δίνει το θάλλιο, καθώς προσλαμβάνεται από τα μυοκαρδιακά κύτταρα. Όταν μια περιοχή δεν αιματώνεται καλά, προσλαμβάνει λιγότερο θάλλιο και αυτό φαίνεται στην εικόνα. Γίνεται πάντα σύγκριση ανάμεσα στις εικόνες με την κόπωση και στις εικόνες σε κατάσταση ηρεμίας.

Η παρουσία του όσμιο στη Γη είναι ανεπαίσθητη [78]. Πρόκειται για το σπανιότερο σταθερό στοιχείο στον πλανήτη μας. Ευτυχώς θα λέγαμε, αφού ποσότητα του οσμίου στον αέρα, με τη μορφή του τετροξειδίου του οσμίου, μόλις 0,11 εκατομμυριοστών του γραμμαρίου σε ένα κυβικό μέτρο αέρα είναι ικανή να δημιουργήσει προβλήματα στους πνεύμονες, στα μάτια και στο δέρμα. Είναι βαρύ αλλά με ολίγη παρουσία επί της Γης.

Εκτός από την ελάχιστη ποσότητα που απαιτείται για να δημιουργήσουν μια σχεδόν άφθαρτη μύτη σε ακριβές πένες γραψίματος και παλαιότερα σε βελόνες γραμμοφώνου, σήμερα χρησιμοποιείται σε κράματα μετάλλων, όπως αυτό του λευκόχρυσου με όσμιο σε αναλογία 90 προς 10, στα καλώδια των εμφυτευμένων σε καρδιοπαθείς βηματοδοτών και κάποιων καρδιακών βαλβίδων.

Το γερμάνιο βρίσκεται όχι σε κάποια μεγάλα και καθαρά κοιτάσματα σε διάφορα σημεία του πλανήτη αλλά σαν στοιχείο της «μειοψηφίας» μαζί με άλλα μέταλλα. Κυρίως μαζί με ψευδάργυρο και όση ποσότητα χρειάζεται αντλείται από τα υπολείμματα μετά την ανάκτηση άλλων μετάλλων από ένα μετάλλευμα. Έτσι οι 80 περίπου τόνοι γερμανίου τον χρόνο προκύπτουν κυριολεκτικά από τις στάχτες των φούρνων που καίνε για να βγει ο ψευδάργυρος. Το γερμάνιο σε ανόργανες ενώσεις, δηλαδή χωρίς την παρουσία άνθρακα, γίνεται επικίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου. Η ένωσή του με υδρογόνο δίνει πολύ εύφλεκτες ενώσεις και η εισπνοή των αερίων ερεθίζει τα μάτια, το δέρμα και το αναπνευστικό σύστημα. Διοξείδιο του γερμανίου, διχλωρίδιο του γερμανίου και τετραχλωρίδιο του γερμανίου είναι ενώσεις που χρειάζονται πολλή προσοχή. Ενωμένο όμως το στοιχείο αυτό με άνθρακα και τρία άτομα οξυγόνου, γνωστό σαν Ge-123, έχει διχάσει πολύ κόσμο από το 1989 ως και σήμερα. Θεωρείται από μια μερίδα θεραπευτών ότι είναι ένας πολύ καλός μεταφορέας οξυγόνου στα κύτταρα επειδή διαπερνάει την κυτταρική μεμβράνη και το εναποθέτει στο εσωτερικό. Αυτό το συνέδεσαν με την αδυναμία των καρκινικών κυττάρων να μεταβολίζουν το οξυγόνο και συμπέραναν ότι το να κατακλύζονται σε μοριακό επίπεδο από άτομα οξυγόνου καθυστερεί την ανάπτυξή τους ή ακόμη και ότι υποστρέφουν στην κανονική τους κατάσταση. Πάντως υπάρχει από το 1989 η σύσταση του βρετανικού υπουργείου Υγείας ενάντια στα συμπληρώματα γερμανίου και της Αμερικανικής Υπηρεσίας Τροφίμων και Φαρμάκων που επίσης αποτρέπει από τη χρήση του.

Επίσης βρέθηκε ότι οξείδιο του γερμανίου που προστίθεται σε γυαλί αυξάνει τον δείκτη διάθλασης και αυτό οδήγησε στην κατασκευή όχι μόνον ευρυγώνιων φακών αλλά και καθημερινών γυαλιών για ανθρώπους που έχουν προβλήματα όρασης στα άκρα των ματιών τους. Η αύξηση του δείκτη διάθλασης έκανε το γερμάνιο πολύτιμο συστατικό και στις οπτικές ίνες, που είναι γνωστό ότι βασίζουν τη διάδοση του φωτός στην ολική ανάκλαση στο εσωτερικό του κεντρικού αγωγού [79].

Επομένως, δεν είναι πάντα αρνητικές οι επιπτώσεις ανεύρεσης σπάνιων γαιών για τον άνθρωπο. Πιο συγκεκριμένα, το λανθάνιο δεν μπαίνει έτσι αυθόρμητα στον οργανισμό μας. Υπάρχει και η περίπτωση που θέλουμε εμείς να βρεθεί εντός. Διότι κάποιες νεφρικές ανεπάρκειες οφείλονται σε υπερβολική ποσότητα φωσφορικών ιόντων (φωσφόρος μαζί με τρία ή τέσσερα άτομα οξυγόνου) στο αίμα. Είναι η περίπτωση της υπερφωσφαταιμίας. Αν η κατάσταση αυτή δεν αντιμετωπιστεί καταλήγει σε δυστροφία των οστών. Μια λύση λοιπόν που έχει δοκιμαστεί έχει να κάνει με τη χρήση του λανθανίου. Διότι προσθέτοντας στην τροφή πασχόντων από αυτή τη δυσλειτουργία λανθάνιο αυτό συνδέεται τόσο ισχυρά με το φωσφορικό ιόν ώστε δημιουργεί ένα σύμπλεγμα που δεν μπορεί να απορροφηθεί στο στομάχι περνώντας στο αίμα αλλά αναγκαστικά αποβάλλεται παρασύροντας έτσι και τα ανεπιθύμητα φωσφορικά ιόντα.

Εκτός του σώματός μας το λανθάνιο μπορεί να βρεθεί και σε χωματερές είτε σαν απόβλητο της πετρελαϊκής βιομηχανίας είτε μέσα σε πεταμένες οικιακές συσκευές.

Η ικανότητα του λανθανίου [80], που περιγράψαμε πριν, να προσκολλάται στις φωσφορούχες ενώσεις το κάνει χρήσιμο και στο να κρατάμε τις πισίνες καθαρές χωρίς να μεγαλώνουν εκεί μέσα διάφορα ανεπιθύμητα πράσινα φύκη. Διότι ο φωσφόρος τα θρέφει και μάλιστα τα υπερ-θρέφει οδηγώντας στον λεγόμενο ευτροφισμό.

Το δημήτριο [81] με τη σειρά του τώρα κάποτε το είχαν θεωρήσει καλό φάρμακο για τη ναυτία των εγκύων γυναικών, για πονοκεφάλους και βήχα, αλλά τελικά έχασε την προτίμηση των γιατρών. Από το 1995 όμως χρησιμοποιείται σε μονάδες αντιμετώπισης βαριών περιπτώσεων εγκαυμάτων όπου χρησιμοποιούνται νιτρικά άλατα του δημητρίου για πλύσεις του δέρματος σε εγκαύματα τρίτου βαθμού.

Το πρασεοδύμιο [82] είναι ένα μαλακό και εύκολα οξειδούμενο μέταλλο που μπαίνει στον οργανισμό σε ποσότητες όχι μεγαλύτερες από μερικά χιλιοστά του γραμμαρίου κάθε χρόνο και μπορεί να υπάρχει η αντίληψη ότι ενισχύει τον μεταβολισμό, αλλά προς το παρόν δεν έχει γίνει κάποια εκμετάλλευση αυτής της παρατήρησης.

Το νεοδύμιο υπάρχει στο σώμα μας και πιο πολύ στα κόκαλα παρά στα νεφρά και στο συκώτι [83]. Αλλά δεν μας απασχολεί ιδιαίτερα. Δεν το απορροφούν εύκολα τα φυτά που τρώμε και έτσι περιορισμένες ποσότητες εισχωρούν καθημερινά στο σώμα μας. Πάντως από έρευνες που έγιναν στα όσα κυκλοφορούν στις αποχετεύσεις των σπιτιών έδειξαν ότι το νεοδύμιο βρισκόταν σε μικρότερη ποσότητα από τα άλλα στοιχεία των σπάνιων γαιών.

Άλλη μια χαρακτηριστική χρήση του νεοδυμίου έχει να κάνει με τον χρωματισμό του γυαλιού. Προσθέτοντας οξείδιο του νεοδυμίου (Nd2O3) σε λιωμένο γυαλί, παίρνουν χρωματισμούς από ανοιχτό ροζ ως λεβάντα. Επίσης γυαλί που υπάρχει μέσα νεοδύμιο χρησιμοποιείται στα τζάμια των θαλάμων μαυρίσματος (solarium) διότι κρατάει μακριά τις ακτίνες με μήκος κύματος στην περιοχή του υπερύθρου, εμποδίζοντας τη θερμότητα να μπει στον θάλαμο και επιτρέπει να περνούν οι χρήσιμες για το μαύρισμα υπεριώδεις ακτίνες.

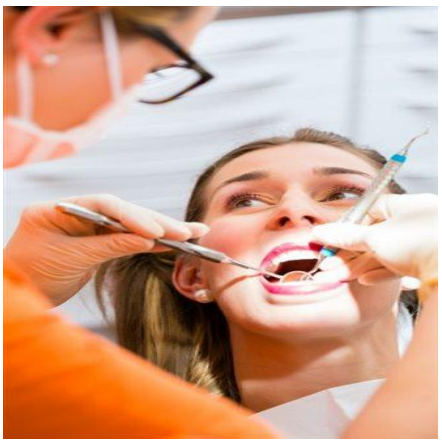
Επίσης γυαλί με νεοδύμιο συναντούμε σε συσκευές Laser μεγάλης ισχύος. Χρησιμοποιούνται κρύσταλλοι από ύτριο, αλουμίνιο και γρανάτη (ένα πυριτικό κρυσταλλικό πέτρωμα). Αυτές οι Nd-YAG συσκευές είναι χρήσιμες στη χειρουργική των ματιών, τις εγχειρήσεις αισθητικής και την αντιμετώπιση των καρκίνων του δέρματος.

Το σαμάριο πέρα από κάποια ποσότητα μπορεί να αποβεί τοξικό για τον οργανισμό μας [84]. Υπάρχει βέβαια ένα ραδιοϊσότοπο, το σαμάριο-153, που εκπέμπει σωματίδια-β (ηλεκτρόνια ή ποζιτρόνια) και χρησιμοποιείται στην Ιατρική με τη μορφή ραδιοφαρμάκου για την ανακούφιση από τους πόνους σε περιπτώσεις καρκίνου των οστών

Το ευρώπιο βρίσκεται στο έδαφος σε αναλογία διπλάσια από ό,τι ο κασσίτερος, αλλά δεν ανακατεύεται στη ζωή των φυτών, των ζώων και του περιβάλλοντος γενικότερα, αν και έχει τη μικρότερη πυκνότητα και τη μεγαλύτερη δραστικότητα μέσα στην ομάδα του, αυτή των λανθανιδών ή αλλιώς των σπανίων γαιών [85]. Πιο πολύ το βρίσκουν στη Σελήνη, πράγμα που προκαλεί πονοκέφαλο στους επιστήμονες. Εμείς ανακατευόμαστε περισσότερο μαζί του με τη βοήθεια του EuTc, μιας τετρακυκλίνης σε συνδυασμό με ευρώπιο.

Δημιουργείται με αυτή την τετρακυκλίνη ένα μόριο που λειτουργεί κάπως σαν κεραία. Και αυτή η κεραία είναι ευαίσθητη στην περιοχή των 615 nm λόγω μιας μετάβασης ηλεκτρονίων που γίνεται εφικτή από το 5D τροχιακό στο 5F του ευρωπίου. Ένας ευπρόσδεκτος πομπός για το μόριο αυτό της τετρακυκλίνης είναι το υπεροξείδιο του υδρογόνου. Άρα ανιχνεύουμε καλά το υπεροξείδιο. Και τι δηλώνει σε μερικές περιπτώσεις η παρουσία του υπεροξειδίου; Έμμεσα ανιχνεύουμε από αυτό την παρουσία γλυκόζης και χοληστερόλης έπειτα από ενζυματικές αντιδράσεις. Τέτοιες ενζυματικές δράσεις όμως εμφανίζονται σε περιπτώσεις άσθματος, οστεοπόρωσης, συνδρόμου Down και εκφυλιστικών ασθενειών. Άρα πρόκειται για ένα ενδιαφέρον διαγνωστικό μέσο.

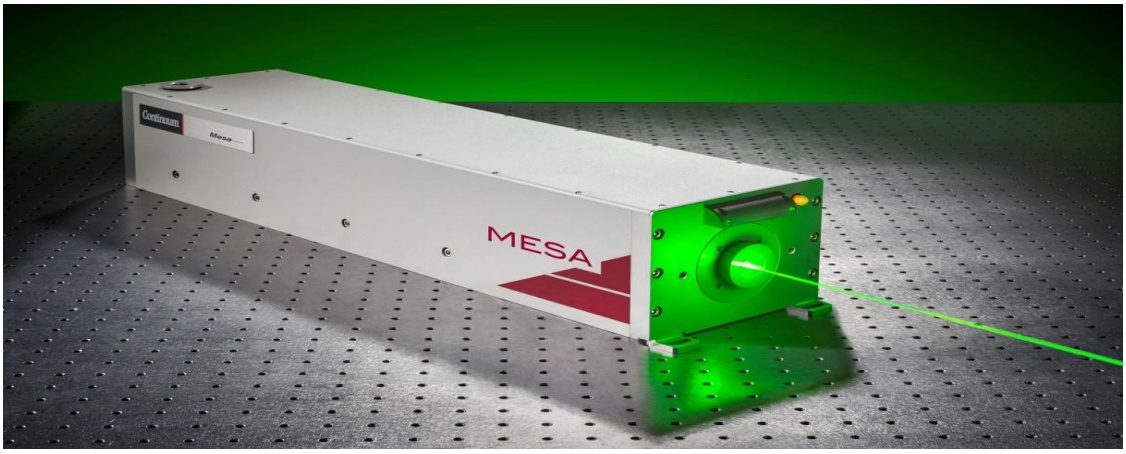
Το έρβιο δεν κατάφερε να έχει κάποιον βιολογικό ρόλο. Βέβαια αν κάποιος έχει την κακή έμπνευση ή την ατυχία να καταπιεί έρβιο, θα καταλάβει πως πρόκειται για τοξικό στοιχείο. Βρίσκουμε όμως το έρβιο σε συσκευές που έχουν σχέση με την υγεία [86]. Το κράμα ερβίου - νικελίου (Er3Ni) το βρίσκουμε στις ογκώδεις συσκευές της μαγνητικής τομογραφίας όπου διοχετεύεται υγρό ήλιο (με θερμοκρασία -270 βαθμούς Κελσίου), για να κρατά τους κοπιωδώς θερμαινόμενους αγωγούς του ηλεκτρισμού στην υπεραγώγιμη κατάσταση (δηλαδή με μηδενική σχεδόν αντίσταση και απώλειες), διότι σε σύγκριση με άλλα υλικά έχει πολύ μεγάλη ειδική θερμότητα ιδιαίτερα στις χαμηλές θερμοκρασίες και βοηθάει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Επίσης συσκευές λέιζερ, υττρίου - αργιλίου με προσμείξεις από έρβιο στον κρύσταλλο θεωρούνται αρκετά ασφαλείς ώστε να



χρησιμοποιούνται από οδοντιάτρους στον καθαρισμό των δοντιών. Από ιόντα ερβίου, δηλαδή άτομα ερβίου, που έχουν χάσει ηλεκτρόνια, έχουμε εκπομπή ακτινοβολίας, καθώς διεγείρονται σε υψηλότερη στάθμη και επιστρέφουν προσφέροντας ενέργεια με μήκος κύματος 2,9 εκατομμυριοστά του μέτρου. Αυτή η ακτινοβολία απορροφάται πολύ από το νερό στην επιφάνεια των δοντιών, ανεβάζει όσο χρειάζεται τη θερμοκρασία και καθαρίζεται η οδοντική επιφάνεια από διάφορους λεκέδες. Επίσης χρησιμοποιείται αντί για το βασανιστικό τρυπάνι για το καθάρισμα των δοντιών πριν από το σφράγισμα. Η διεισδυτικότητα στο δέρμα επιτρέπει την εξάλειψη των στικτών απεικονίσεων (κοινώς τατουάζ) στο δέρμα.

Αν ψαχτούμε προσεκτικά στον οργανισμό μας θα βρούμε το πολύ μισό χιλιοστό του γραμμαρίου ύττριο. Το ραδιενεργό ισότοπο ύττριο-90 χρησιμοποιείται για τη θεραπεία μορφών καρκίνου που παρουσιάζονται στις ωοθήκες, στο παχύ έντερο, στο πάγκρεας και στη λευχαιμία. Οπως αναφέρεται σε ιατρικές μελέτες, προσκολλάται σε μονοκλωνικά αντισώματα (mAb) και αυτά με τη σειρά τους στα καρκινικά κύτταρα. Με συνέπεια, καθώς το ραδιενεργό ισότοπο μετασχηματίζεται σε άλλο στοιχείο εκπέμποντας ακτινοβολία, να βομβαρδιστούν με την ακτινοβολία αυτή, δηλαδή ηλεκτρόνια με αρκετή ενέργεια, τα καρκινικά κύτταρα, οπότε προκαλείται ο θάνατός τους. Επίσης έχουν κατασκευαστεί βελόνες από ύττριο-90 για να χρησιμοποιούνται σαν νυστέρια πολύ μεγάλης ακρίβειας όταν πρέπει να γίνουν επεμβάσεις σε νεύρα σχετικά με τους πόνους στη σπονδυλική στήλη και στις αρθρώσεις για τη θεραπεία της ρευματοειδούς αρθρίτιδας. Ερευνητικά, σε πειραματόζωα ερευνούν το κατά πόσον είναι δυνατόν με τη βοήθεια ακτίνας από λέιζερ νεοδυμίου - υττρίου - αργιλίου να ενεργούνται ρομποτικές προστατεκτομές μεγάλης ακρίβειας για να μην καταστρέφονται γειτονικοί προς τον προστάτη ιστοί.

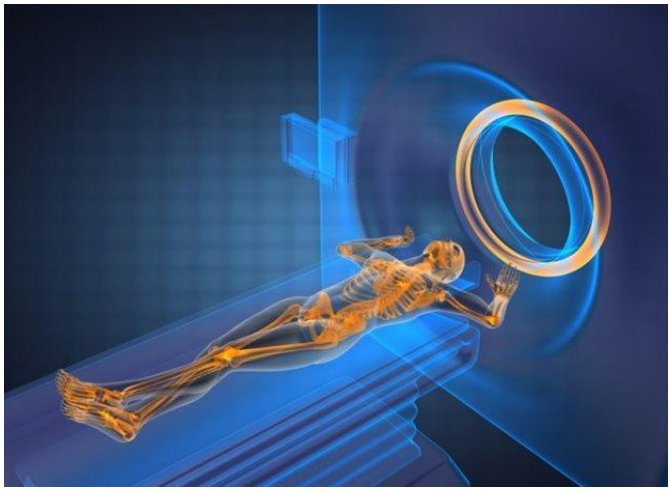
Κάτι ακόμη ενδιαφέρον είναι η χρήση του υττρίου σε συσκευές λέιζερ, στις γνωστές YAG, που λειτουργούν δηλαδή με ύττριο - αργίλιο και έχουν γίνει το βασικό εργαλείο για επεμβάσεις αισθητικής, αποτριχώσεις και εξαφάνιση ρυτίδων και ευρειαγγειών. Ωστόσο ξέρουμε πως το YAG λέιζερ που χρησιμοποιείται για αποτρίχωση, τρυπάει και μέταλλα.



Εδώ έχουμε δύο χρήσεις σχεδόν διαμετρικά αντίθετες. Στη μία περίπτωση με λέιζερ από 1 έως 5 κιλοβάτ και με παλλόμενο τρόπο λειτουργίας πραγματικά η ακτίνα μπορεί να τρυπήσει πολύ σκληρά μέταλλα.

Αλλά υπάρχουν και πιο ήπιες καταστάσεις και εκεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ακτίνα ακόμη και για επεμβάσεις στο μάτι, ενώ με επιλεκτική φωτο-θερμόλυση γίνεται ένα ταίριασμα του μήκους κύματος και της διάρκειας στον παλμό ώστε να στοχεύεται η ρίζα μιας τρίχας και να χρησιμοποιείται η συσκευή λέιζερ για αποτρίχωση, μόνο που η απορρόφηση από τη μελανίνη της τρίχας είναι αποτελεσματική από μαύρες έως καστανές τρίχες, ενώ με τις ξανθές τρίχες τα πράγματα είναι δύσκολα.

Από το 2006 υπάρχει ένα θέμα με το γαδολίνιο, που χρησιμοποιείται στις μαγνητικές τομογραφίες και στις μαγνητικές αγγειογραφίες ως ένα σκιαγραφικό μέσο για τις απεικονίσεις, όπου ο γιατρός θέλει να αποτυπωθούν με λεπτομέρειες κάποιες ενδιαφέρουσες καταστάσεις των εσωτερικών οργάνων. Το γαδολίνιο είναι το βασικό συστατικό των υγρών που δίδονται ενδοφλέβια πριν από τη μαγνητική σάρωση μιας περιοχής που ενδιαφέρει. Επειδή όμως είναι τοξικό για τον οργανισμό, φρόντισαν στα σκιαγραφικά υγρά που χρειάζεται να το περιέχουν το μόριό του να περιβάλλεται από άλλα μεγάλα οργανικά μόρια μη τοξικά, και αυτό ονομάζεται στη Χημεία χείλωση. Ωστόσο από το 2006 υπήρξε μια μελέτη δανών ερευνητών που έκανε λόγο για παρενέργειες αυτών των σκιαγραφικών μέσων. Σύμφωνα με μια ανακοίνωση του αμερικανικού υπουργείου Υγείας και της Υπηρεσίας Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) με την τελευταία αρκετά εκτενή ενημέρωση [87], υπάρχουν αναφορές για την εμφάνιση της ασθένειας νεφρογενής συστημική ίνωση (Nefrogenic Systemic Fibrosis, NSF) σε ανθρώπους που έκαναν μαγνητικές τομογραφίες και προηγουμένως τους είχε γίνει ένεση με σκιαγραφικό μέσο που περιείχε γαδολίνιο (Gadolinium-based Contrast Agents, GBCAs). Η FDA μάλιστα επέβαλε στους κατασκευαστές των μέσων αυτών να προειδοποιούν στη συσκευασία για τους σχετικούς κινδύνους [88]. Υπό κανονικές συνθήκες το σκιαγραφικό αυτό υγρό αποβάλλεται από τον οργανισμό με τη βοήθεια των νεφρών, έτσι δεν είναι παράλογο που τον μεγαλύτερο κίνδυνο τον διατρέχουν ασθενείς με νεφρά σε κακή κατάσταση, οπότε δεν είναι εύκολη η αποβολή του γαδολινίου.



Γιατί χρησιμοποιούν όμως το γαδολίνιο στις μαγνητικές τομογραφίες; Στις απεικονίσεις αυτές ο μαγνητικός τομογράφος αποτελείται από έναν μεγάλο μαγνήτη, στο εσωτερικό του οποίου τοποθετείται όποιος εξετάζεται. Μικρότεροι μαγνήτες στέλνουν άλλους μαγνητικούς παλμούς και αυτοί μέσω ενός συστήματος με κεραίες φθάνουν στα διάφορα όργανα και στους μαλακούς ιστούς του σώματος. Εκεί κάποια από τα πρωτόνια στα υδρογόνα των σωματικών υγρών (όπου επικρατεί το νερό) δεν έχουν προσανατολισθεί από το μαγνητικό πεδίο και συντονίζονται από τους δευτερεύοντες μαγνήτες. Αυτοί όμως δίνουν πρόσκαιρους, πολύ σύντομους παλμούς και έτσι τα πρωτόνια μετά τον συντονισμό τους επανέρχονται. Αυτή η επάνοδος ωστόσο δεν περνάει απαρατήρητη. Το ίχνος της, με κατάλληλες συγκρίσεις σε έναν υπολογιστή και μαθηματικούς μετασχηματισμούς, δίνει «εικόνα» με πολλές λεπτομέρειες για την κατάσταση ενός οργάνου. Το σκιαγραφικό μέσο, όπως είναι το γαδολίνιο, επηρεάζει τον

χρόνο επαναφοράς των πρωτονίων, τον κάνει πιο σύντομο και αυτό κατά κάποιον τρόπο δίνει καλύτερη, πιο καθαρή εικόνα.

Δεν υπάρχουν άλλα σκιαγραφικά μέσα ώστε να μην υφίστανται αυτές οι αμφιβολίες για τις μαγνητικές τομογραφίες σε επιβαρυμένα άτομα. Απλά μερικές φορές σε συνεργασία με τον γιατρό αποφασίζεται να γίνεται μια σάρωση χωρίς τη βοήθεια του γαδολινίου.

Το τέρβιο δεν φαίνεται να παίζει ρόλο στις εσωτερικές διεργασίες του ανθρώπινου σώματος, αλλά η επαφή με ενώσεις του τερβίου προκαλεί εξωτερικούς ερεθισμούς [89].

Το τέρβιο χρησιμοποιείται μεταξύ άλλων και για το ότι, όταν τα ηλεκτρόνια των ατόμων του διεγείρονται με κατάλληλη ακτινοβολία, στην επιστροφή τους στην αρχική τους σταθερή τροχιά εκπέμπουν ένα έντονο κιτρινοπράσινο φως. Έτσι μπορούν να δημιουργούν μαζί με το δισθενές ευρώπιο, που δίνει αντίστοιχα μπλε φως, και το τρισθενές ευρώπιο για το κόκκινο φως ένα στοιχείο τριχρωμίας (phosphor) - που προσφέρει για την ίδια ηλεκτρική ενέργεια πολύ πιο έντονο φως από άλλους συνδυασμούς στοιχείων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται σε διαγνωστικά μηχανήματα ακτίνων-Χ διότι τότε με λιγότερο χρόνο έκθεσης του εξεταζομένου στις ακτίνες αυτές «γράφει» καλά στην οθόνη χάρη στο τέρβιο και μπορεί ο γιατρός να διακρίνει αυτά που χρειάζεται.

Η ιδιότητα του τερβίου, όταν βρίσκεται σε κατάλληλες συνθήκες, να απορροφά υπεριώδη ακτινοβολία και να την επανεκπέμπει με τη μορφή ορατής ακτινοβολίας αποδείχθηκε χρήσιμη στη διάγνωση ασθενειών σε σχέση με την ασπιρίνη. Διότι ήταν γνωστό ότι η ασπιρίνη περνώντας από τον οργανισμό έπειτα από διάφορες αντιδράσεις μεταβολισμού καταλήγει να δίνει στα ούρα μια ένωση με το ουρικό οξύ που χρησιμεύει για διάγνωση διαφόρων προβλημάτων όπως είναι η σκωληκοειδίτιδα, η αναιμία και ιστορίες με το συκώτι. Αυτή η ένωση, όταν βρεθεί μαζί με ένα σύμπλοκο του τερβίου, δημιουργεί ένα νέο πιο σύνθετο σύμπλοκο που όταν πέφτουν επάνω του υπεριώδεις ακτίνες δίνει ορατή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα πολύ πιο άμεσα και πιο εύκολα από άλλες μεθόδους να υπολογίζεται το πώς πέρασε η ασπιρίνη μέσα από τον οργανισμό και τι συμπέρασμα βγαίνει από αυτό [90].

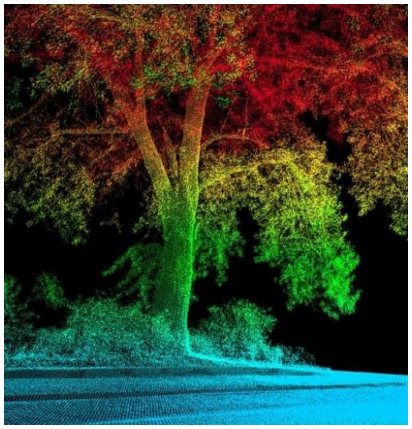
Όσον αφορά το δυσπρόσιο δεν έχει απασχολήσει προς το παρόν γιατρούς και διαιτολόγους σε σχέση με την ανάμειξή του σε διεργασίες μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό [91]. Δεν περνάει μέσα από τις ρίζες των φυτών και επομένως δεν φθάνει εύκολα μέσα από τη διατροφική αλυσίδα σ' εμάς. Τα άλατά του πάντως με χλώριο ή νιτρική ρίζα θεωρούνται ελαφρώς τοξικά.

Άλλη μια σημαντική χρήση του στοιχείου αυτού έχουμε στα δοσίμετρα για τη μέτρηση της ιονίζουσας ακτινοβολίας που μπορεί να δέχεται ένας άνθρωπος. Κρύσταλλοι θειικού ασβεστίου ή φθοριούχου ασβεστίου ντοπάρονται και με δυσπρόσιο, οπότε η ακτινοβολία όπου υπάρχει διεγείρει το δυσπρόσιο και όταν αυτό επανέρχεται μετρούν σε ευαίσθητη επιφάνεια επάνω στο δοσίμετρο την έκθεση στην ακτινοβολία αυτή.



Έτσι, όσοι ασχολούνται με αστρονομικές παρατηρήσεις τη νύχτα παραπονούνται για τη φωτορύπανση αυτών των έντονων και σε μεγάλο ύψος πηγών φωτός που δεν επιτρέπουν στα τηλεσκόπιά τους να «βλέπουν» σωστά.

Σε πολύ μικρό ποσοστό βρίσκεται το όλμιο στον ανθρώπινο οργανισμό και το μόνο που αναφέρεται ως τώρα είναι η παρατήρηση πως κάποια άλατα του στοιχείου αυτού μπορεί να παίζουν κάποιον ρόλο διεγερτικό του μεταβολισμού [92].



Το όλμιο το βρίσκουμε επίσης ανακατεμένο στη φθηνή απομίμηση του διαμαντιού που λέγεται κυβική ζιρκονία, όπου από σκόνη οξειδίου του ζιρκονίου με θέρμανση δημιουργούνται πέτρες για κοσμήματα με σκληρότητα ως και 8 Mho, με το διαμάντι να είναι στα 10 Mho. Πρόσμειξη με όλμιο δίνει δύο χρώματα, κίτρινο και ρόδινο, και αν δεν ξέρεις μπορεί να σου τα πουλήσουν όλα αυτά για σπάνια διαμάντια.

Επίσης χρησιμοποιείται σε λέιζερ ιατρικής και οδοντιατρικής για εκπομπή ακτινοβολίας στα 2,1 εκατομμυριοστά του μέτρου. Χρωματίζει το γυαλί κίτρινο ή κόκκινο και διάλυμα οξειδίου του σε υπερχλωρικό οξύ απορροφά σε πολύ συγκεκριμένα μήκη κύματος, γι' αυτό χρησιμεύει για τη βαθμονόμηση (καλιμπράρισμα) στα οπτικά φασματοφωτόμετρα.

Ακόμη πιο μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον φαίνεται να συγκεντρώνει η χρησιμοποίησή του στις ακτίνες λέιζερ των διατάξεων Lidar, δηλαδή Li-ght Ra-dar, όπου εκπέμπονται φωτεινές ακτίνες προς μακρινούς στόχους και ό,τι επιστρέφει δίνει τη δυνατότητα εκτίμησης της απόστασης. Αυτό έχει αναρίθμητες εφαρμογές: από την εκτίμηση των ρύπων στην ατμόσφαιρα ως το πόσο εντομοκτόνο πρέπει να ρίξουν στις Ηνωμένες Πολιτείες στις τεράστιες καλλιεργούμενες εκτάσεις, ανάλογα με τη βλάστηση και την εκτιμώμενη απόδοση ανά στρέμμα. Από τις μετρήσεις που κάνει η NASA στην

επιφάνεια των πλανητών ως τους σεισμούς στην Αϊτή όπου ένα αεροπλάνο περνώντας από επάνω κατέγραψε τις κινήσεις στην επιφάνεια του νησιού. Από τη σκόπευση στόχων ως και την παραπλάνηση βλημάτων από τον στόχο.

Το θούλιο δεν έχει κάποια επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό αρκεί βέβαια να το αφήνουμε και εμείς ήσυχο [93]. Κάποια άλατα του θουλίου γράφτηκε ότι πιθανόν να αυξάνουν τον μεταβολισμό, αλλά αν λάβουμε υπόψη πως πάνω από κάποια ποσότητα ενεργούν τοξικά στον οργανισμό μας, τα περιθώρια είναι στενά και χρειάζεται προσοχή σε τυχόν προσφερόμενα συμπληρώματα.

Εκτός από φωτιστικά υψηλών απαιτήσεων, όπου οι σχεδιαστές το συμπεριλαμβάνουν στο μείγμα των στοιχείων για τη συνεισφορά του στην περιοχή των συχνοτήτων που τις αντιλαμβάνεται το μάτι μας να έχουν πράσινη απόχρωση, έχουμε τα τελευταία χρόνια αρκετές συσκευές λέιζερ που περιέχουν και θούλιο.

Εκεί λοιπόν το θούλιο συνεισφέρει στην εξέλιξη μιας νέας γενιάς συσκευών λέιζερ για επεμβάσεις με περισσότερη ακρίβεια, κυρίως ως προς την εστίαση, έτσι ώστε και οι επιπτώσεις στον ασθενή να είναι μικρότερες. Για παράδειγμα, οι επεμβάσεις για τον περιορισμό του προστάτη με συσκευές που έχουν την επισήμανση ThuLEP, όταν εμφανίζεται υπερπλασία, είναι πολύ πιο ακριβείς και προκαλούν μικρότερη αιμορραγία από τις λεγόμενες διουρηθρικές επεμβάσεις.

Επίσης παλαιότερα θούλιο που έχει ακτινοβοληθεί σε πυρηνικό αντιδραστήρα και είναι πλέον ραδιενεργό χρησιμοποιήθηκε σε φορητές συσκευές ακτίνων Χ εκεί όπου χρειάζεται να γίνουν ακτινογραφίες σε περιορισμένη περιοχή όπως είναι τα δόντια. Μία ακόμη σημαντική περιοχή εφαρμογών για το στοιχείο αυτό όταν έχει μετατραπεί σε ραδιενεργό ισότοπο είναι η λεγόμενη βραχυθεραπεία. Εκεί έχουμε καρκινικούς όγκους που πρέπει να ακτινοβοληθούν από κοντά και με ακρίβεια χωρίς να προσβληθούν άλλα υγιή όργανα στην περιοχή. Τοποθετούν λοιπόν με τη βοήθεια κάμερας μια πηγή ακτινοβολίας σε επαφή ή πολύ κοντά στον όγκο για ένα χρονικό διάστημα και μετά την αποσύρουν.

Τα άλατά του λουτητίου ενεργούν διεγερτικά ως προς τον μεταβολισμό μας καθώς περνούν αδιάλυτα από το στομάχι και δεν προξενούν βλάβη. Ωστόσο το ίδιο το στοιχείο θεωρείται ελαφρώς τοξικό [94].

Το νιόβιο δεν θεωρείται τοξικό για τον άνθρωπο, πάντως οι Ρώσοι δεν επιτρέπουν στο νερό να υπάρχει σε αναλογία μεγαλύτερη από 10 μέρη στο δισεκατομμύριο (10 ppb).

Κράματα του νιοβίου με διάφορα μέταλλα χρησιμοποιούνται στους βηματοδότες. Επίσης έπειτα από επίδραση υδροξειδίου του νατρίου δημιουργείται σε αυτά μια πορώδης επιφάνεια που παρουσιάζει μια ευπρόσδεκτη συνάφεια με αυτήν των οστών και δίνει αφορμή για τη χρήση εμφυτευμάτων από τους χειρουργούς [95].

Κράματα νιοβίου με τιτάνιο χρησιμοποιούνται στους μαγνήτες, που είναι το βασικό στοιχείο στα μηχανήματα για τις μαγνητικές τομογραφίες. Εκεί χρειάζονται ισχυρά μαγνητικά πεδία, άρα ισχυρά ρεύματα, που όμως στις συνηθισμένες θερμοκρασίες περιβάλλοντος συναντούν σημαντικές (ηλεκτρικές) αντιστάσεις. Άρα πρέπει να κατεβαίνουμε πολύ χαμηλά, κάτω από τους -250 βαθμούς Κελσίου, που εκεί έχουμε για ορισμένα κράματα υπεραγωγιμότητα και τα μαγνητικά πεδία δεν επηρεάζουν την έλλειψη αντίστασης στην κυκλοφορία του ρεύματος.

Μην ξεχνάμε ότι στη διαγνωστική μέθοδο με MRI χρησιμοποιούν υγρό ήλιο που έχει θερμοκρασία -269 βαθμών Κελσίου, δηλαδή πολύ κοντά στο απόλυτο μηδέν (-273 βαθμοί).

Σε μερικούς ανθρώπους το νιόβιο, χωρίς να είναι εμφύτευμα, είναι πολύ κοντά τους. Αρκεί να έχουν επάνω τους ένα κόσμημα, σκουλαρίκι ή άλλο στολίδι που να απαιτεί τρύπημα του δέρματος και του υποδόριου ιστού. Εκεί είναι καλό να χρησιμοποιείται νιόβιο διότι δεν δημιουργεί αλλεργίες.

Το ταντάλιο θεωρείται ακίνδυνο για τον ανθρώπινο οργανισμό. Επιπλέον το σώμα μας δείχνει ανοχή σε αυτό το στοιχείο και έτσι βρήκε αρκετές χρήσεις στη χειρουργική. Σε σοβαρά κατάγματα στο κρανίο μπορεί να προστεθεί ένα μικρό κομμάτι, για οστά με κατάγματα να χρησιμοποιηθούν βίδες από αυτό το υλικό και με τη μορφή σύρματος να αντικαθιστά συνδέσμους [96]. Διευκολύνει επίσης σε ακτινογραφίες θώρακος να σκιαγραφούνται καλύτερα οι πνεύμονες.

Το γάλλιο υπάρχει στον οργανισμό μας σε πολύ μικρές ποσότητες - ένας άνθρωπος 70 κιλών έχει στο σώμα του κανονικά μόλις 0,7 mgr. Μόνο σε αφύσικα μεγάλες ποσότητες σε σχέση με την καθημερινή δόση που μπορεί να πάρει ένας άνθρωπος από το περιβάλλον του έχει ως σήμερα αποδειχθεί ότι είναι τοξικό το γάλλιο. Άλλωστε δεν υπάρχει και τόσο πολύ εντελώς ελεύθερο [97]. Πιο πολύ το βρίσκουμε σε μεταλλεύματα του αλουμινίου όπως ο βωξίτης και σε ανθρακικά ορυκτά. Όσο γάλλιο χρειαζόμαστε προκύπτει ως παραπροϊόν της παραγωγής ψευδαργύρου και χαλκού.

Το ραδιενεργό ισότοπο γάλλιο-67 με ημιζωή 78 ωρών χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό μελανωμάτων διότι έχει την τάση να συγκεντρώνεται εκεί όπου υπάρχουν τέτοιοι κακοήθεις σχηματισμοί.

Μια ένωση του γαλλίου με άζωτο δίνει ένα ημιαγωγό υλικό που έχει αποδειχθεί τεράστιας σημασίας και για τη βιομηχανία σε καιρό ειρήνης αλλά και για την πολεμική βιομηχανία. Χρησιμοποιείται σε κυκλώματα ενισχυτών μικροκυμάτων και κεραιών για τα ραντάρ διότι σε αρκετά πιο χαμηλές ενέργειες και με λιγότερο θόρυβο λειτουργούν αυτές οι συσκευές έτσι ώστε στην κλίμακα αξιολόγησης του αμερικανικού υπουργείου Άμυνας να φθάνει κοντά στον (υψηλότατο) βαθμό 8. Η ένωση αυτή είναι γνωστή πλέον ως GaN.

Ο λευκόχρυσος υπάρχει σε ελάχιστες ποσότητες και δεν παίζει βιολογικά κάποιον ρόλο. Γι' αυτό και χρησιμοποιείται στην κατασκευή εμφυτευμάτων. Στη Νέα Υόρκη ένας οφθαλμίατρος για μια χειρουργική επέμβαση που έκανε· τοποθέτησε σε μια κυρία μια μικρή καρδιά από πλατίνα κάτω από τον κερατοειδή της, σε εμφανή θέση, ένα είδος κοσμήματος μέσα στο μάτι δηλαδή, που εντυπωσίασε. Φυσικά, για την ανοησία της κατόχου και την απληστία του γιατρού. Αποδεικνύοντας πάντως ότι το μέταλλο αυτό είναι ανεκτό ακόμη και σε ευαίσθητα σημεία του ανθρώπινου σώματος.

Ωστόσο κάποιοι που έρχονται σε συνεχή επαφή με χημικές ενώσεις οι οποίες έχουν βάση την πλατίνα μπορεί να παρουσιάσουν ένα είδος αλλεργικής αντίδρασης, η οποία είναι γνωστή στα ιατρικά χρονικά ως πλατίνωση, με συμπτώματα που θυμίζουν άσθμα.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιήθηκαν εμφυτεύματα σιλικόνης για το στήθος που η επεξεργασία τους σε κάποιο στάδιο περιελάμβανε και εξαχλωρικά άλατα της πλατίνας. Αυτό κατά την άποψη γιατρών που παρακολούθησαν περιπτώσεις ασθενών δημιουργεί προβλήματα οδηγώντας σε αυτοάνοσες αντιδράσεις και αδιαθεσίες. Μάλιστα έχει κατατεθεί αίτηση για να εξετάσουν ο Αμερικανικός Οργανισμός για τα Τρόφιμα και τα Φάρμακα (FDA) και το Ινστιτούτο Ιατρικής το θέμα [98].

Τι σχέση έχει τώρα ο λευκόχρυσος με τον καρκίνο [99]; Το 1962 ένας φυσικός, ο Barnett Rosenberg, ξεκινώντας ένα νέο τμήμα ερευνών είχε παρατηρήσει ότι το σχήμα που έπαιρναν τα κύτταρα κατά τη μίτωση έμοιαζε με το σχήμα των δυναμικών γραμμών σε έναν μαγνήτη. Αρχισε να εφαρμόζει ηλεκτρικά πεδία σε καλλιέργειες Escherichia Coli και παρατήρησε ότι τα κύτταρα δεν διαιρούνταν πλέον αλλά αποκτούσαν ένα μακρόστενο σχήμα και αναπτυσσόταν τελικά ένα περίεργο πλέγμα. Για καιρό δεν ήξεραν πώς να εξηγήσουν την εμφάνιση του πλέγματος αυτού. Έπειτα από πολλές δοκιμές κατάλαβαν ότι τα ηλεκτρόδια που δημιουργούσαν το πεδίο είχαν αντιδράσει με το χλώριο που περιέβαλλε την καλλιέργεια (παρ' ό,τι είχαν χρησιμοποιήσει πλατίνα για εμποδίσουν αυτή την αντίδραση) και είχε σχηματιστεί μια ένωση (χλωρίδιο του Peyrone) που μπορούσε να εμποδίσει τον ανεξέλεγκτο σχηματισμό νέων κυττάρων. Προχωρώντας κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ενώσεις με πλατίνα πηγαίνουν σε σημεία του DNA του κυττάρου όπου βρίσκονται δύο γουανίνες. Αυτό καθιστά αδύνατη την αντιγραφή και μάλιστα ούτε τα «ένζυμα επισκευής» δεν μπορούν να διορθώσουν την κατάσταση. Όλη αυτή η ιστορία έδωσε τελικά μια σειρά αντικαρκινικά φάρμακα για τον καρκίνο των όρχεων, του μαστού και της κεφαλής, αλλά είναι αλήθεια ότι πρόκειται για πολύ δυνατές ενώσεις (cisplatin) με αρκετές παρενέργειες.

Το ρόδιο δεν έχει βρεθεί να παίζει κάποιον σημαντικό βιολογικό ρόλο, αφού στο σώμα μας συναντώνται μόνο ίχνη από αυτό το στοιχείο [100]. Σε καθαρή μορφή δεν θεωρείται τοξικό και έτσι μπορεί κάποιος να κρατήσει στο χέρι του ένα κομμάτι από αυτό το μέταλλο ή ακόμη και να φορέσει ένα κόσμημα που να περιέχει ρόδιο. Ωστόσο διάφορες ενώσεις του ροδίου θεωρούνται τοξικές και πρέπει να αποφεύγεται η επαφή,

διότι αφήνει έντονα σημάδια στο δέρμα, ενώ η εισπνοή μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα.

Χρησιμοποιείται ακόμη ως φίλτρο σε μηχανήματα ακτίνων Χ ειδικά για μαστογραφίες, διότι δίνει πολύ καλή εικόνα, και σε επιφάνειες προβολέων, εξαιτίας της πολύ στιλπνής μεταλλικής επιφάνειας που μπορεί να δώσει. Επειδή παρουσιάζει μικρή ηλεκτρική αντίσταση αλλά και μεγάλη αντίσταση στην οξείδωση, βρίσκουμε συχνά το στοιχείο αυτό σε ηλεκτρικές επαφές.

Το παλλάδιο έχει χαμηλή τοξικότητα και σε μικρές ποσότητες δεν κινδυνεύουμε, αφού είναι γνωστό ότι παλαιότερα το έγραφαν σαν φάρμακο (των 65 mgr) για τη φυματίωση [101].

Η πιο γνωστή χρήση του παλλαδίου είναι στους καταλύτες των αυτοκινήτων. Πιο παλιά χρησιμοποιούσαν πλατίνα, αλλά με την άνοδο της τιμής της έχουμε τώρα ένα πλέγμα από παλλάδιο να προσφέρει την επιφάνεια όπου τα βλαβερά αέρια από την καύση της βενζίνης ετοιμάζονται κατάλληλα για να γλιστρήσουν στην ατμόσφαιρα. Προς το παρόν η πλατίνα χρησιμοποιείται μόνο στους κινητήρες ντίζελ, διότι τα καυσαέρια από τους κινητήρες αυτούς είναι εξαιρετικά οξειδωτικά και εκεί έχουμε μετατροπή του παλλαδίου σε οξείδιο του παλλαδίου, που είναι λιγότερο αποτελεσματικό.

Μια άλλη χρήση του παλλαδίου είναι στην Οδοντιατρική. Αφού ανέβηκαν οι τιμές σε πλατίνα και χρυσό, η χρήση παλλαδίου αυξήθηκε. Είναι χαρακτηριστικό ότι στην Ιαπωνία για όλες τις οδοντιατρικές εργασίες που επιχορηγούνται από την κρατική υγειονομική περίθαλψη είναι υποχρεωτικό σε σφραγίσματα και τεχνητά δόντια να περιέχεται τουλάχιστον 20% παλλάδιο στο γνωστό κράμα «κινπάλα».

Το ιρίδιο δεν ανακατεύεται αυθόρμητα με τις βιολογικές διαδικασίες αλλά παίζει ρόλο σε μια θεραπεία των καρκινικών όγκων με το όνομα βραχυθεραπεία, όπου χρησιμοποιείται το ραδιοϊσότοπο ιρίδιο-192 με ημιζωή 73,8 ημερών για ακτινοβόληση εξ επαφής, θα λέγαμε. Ο όρος είναι «Brachytherapy», αντλώντας βέβαια από την ελληνική γλώσσα τον όρο «βραχύς».

Πρόκειται για μια μέθοδο καταπολέμησης του καρκίνου με ακτινοβολία που έχει τη βάση της στη σκέψη «καλύτερα από κοντά παρά από μακριά». Τοποθετείται δηλαδή μια πηγή ακτινοβολίας επάνω στον καρκινικό όγκο και αφήνεται να δράσει εκεί πλήττοντας πιο πολύ αυτόν παρά τους γύρω ιστούς. Πώς γίνεται αυτό; Συνήθως με δύο τρόπους. Με έναν καθετήρα ο γιατρός φθάνει στο επίμαχο σημείο ή πολύ κοντά σε αυτό. Ενα από τα όργανα που εφαρμόζεται αυτή η μέθοδος είναι ο προστάτης. Μέσα από τον καθετήρα περνάει ένα λεπτότερο ειδικά διαμορφωμένο σύρμα που έχει στην άκρη του ένα δισκίο με ραδιενεργό ιρίδιο. Με τη βοήθεια υπολογιστή καθορίζεται το πού θα αφεθεί το δισκίο μέσα στον προστάτη. Μπορεί να αφεθούν από 80 ως και 120 τέτοια μικροσκοπικά δισκία που για δύο ή και τρεις μήνες θα ακτινοβολούν εξ επαφής τον προστάτη ενώ η ακτινοβολία θα διαχέεται ελάχιστα στους γύρω υγιείς ιστούς. Κάποια στιγμή, αφού η

ημιζωή του ιριδίου-192 είναι 73,8 ημέρες, η πηγή αυτή θα πάψει πλέον να εκπέμπει ακτινοβολία-γάμα και κατά πάσα πιθανότητα ο στόχος θα έχει επιτευχθεί. Οι πέριξ ιστοί όμως παραμένουν απρόσβλητοι, σε αντίθεση με την ακτινοβολία που από το εξωτερικό του σώματος κατευθύνεται και στοχεύει ένα εσωτερικό όργανο, ακτινοβολώντας όμως και όποιον ιστό παρεμβάλλεται. Και η μέθοδος αυτή δεν είναι χωρίς μικροεπιπλοκές αλλά φαίνεται ότι κερδίζει έδαφος, ιδιαίτερα στη Μεγάλη Βρετανία.

4.3 Η επίδραση στα ζώα και στα φυτά

Σε γενικές γραμμές η έκθεση των φυτών και των ζώων σε ιονίζουσα ακτινοβολία έχει τα ακόλουθα αποτελέσματα :

• Χρωμοσωμικές ανωμαλίες που ορίζονται ως οπτικά παρατηρήσιμες μορφολογικές αλλαγές.

• Βλάβη στο DNA

• Ανάπτυξη καρκίνου με ανάλογο τρόπο που εμφανίζεται και στον άνθρωπο.

• Μείωση του ρυθμού ανάπτυξης του οργανισμού.

• Επιπτώσεις στην αναπαραγωγή, όπως στειρότητα ή υπογονιμότητα.

• Μειωμένη βλάστηση και παραγωγή σπόρων στα φυτά

• Θνησιμότητα

• Μείωση του προσδόκιμου χρόνου ζωής



Αιθανόλη παράγεται οικονομικά με τη βοήθεια καταλυτών από παλλάδιο, στη γνωστή «Wacker Process» (50-130 βαθμοί Κελσίου, πίεση 3-10 ατμόσφαιρες). Αλλά πιο κοντά στον καθημερινό καταναλωτή είναι η χρήση των συσκευασιών με παλλάδιο στο εσωτερικό τους για μπανάνες, αβοκάντο, μήλα, πεπόνια, ντομάτες, κομμένα άνθη και άλλα τέτοια είδη που χρειάζεται να κάνουν μεγάλα ταξίδια και να μένουν αρκετό χρόνο στα ράφια. Βάζουν παλλάδιο που επιδρά καταλυτικά διασπώντας το αιθυλένιο, το αέριο που συνεργεί στην ωρίμαση όλων αυτών και τα κάνει να χαλούν μέσα στη συσκευασία.

Συντομογραφίες

Ελληνικές Συντομογραφίες

Ε.Ε. = Ευρωπαϊκή Ένωση

High tech προϊόντα = προϊοντα υψηλής τεχνολογίας

ΠΟΕ = Παγκόσμιος Οργανισμός Εμπορίου

ΙΓΜΕ = Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών

ΕΜΠ = Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

EURARE = European Rare Earths Project

ΕΣΠΑ = Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς

ΥΠΕΚΑ = Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

ΕΛΚΕΘΕ = Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών

ΥΠΟΘΕΡ = Υποθαλάσσιες Κοιτασματολογικές Έρευνες

ΟΠΥ = Ορυκτές Πρώτες Ύλες

ΔΜΧ = Δημόσιος Μεταλλευτικός Χώρος

Ξένες Συντομογραφίες

Rare Earth Elements (REE) = Ελαφριές Σπάνιες Γαίες

Light Rare Earth Elements (LRRE) = Ελαφριές Σπάνιες Γαίες

Heavy Rare Earth Elements (HREE) = Βαρείες Σπάνιες Γαίες

World Wildlife Fund (WWF) = Παγκόσμιο Ταμείο για την Φύση

International Union for Pure and Applied Chemistry (IUPAC) = Διεθνής Ένωση Καθαρής και Εφαρμοσμένης Χημείας

United States Geological Survey (USGS) = Γεωλογική Υπηρεσία των ΗΠΑ

Bureau de Recherches Geologiques et Minieres (BRGM) = Γραφείο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών

Food and Drug Administration (FDA) = Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων

Magnetic Resonance Imaging (MRI) = Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού

Βιβλιογραφία

1. E. M. Burbidge, G. R. Burbidge, W. A. Fowler, F. Hoyle (1957). "Synthesis of the Elements in Stars". Reviews of Modern Physics 29 (4): 547–650
2. Los Alamos National Laboratory (2011). "Periodic Table of Elements: Oxygen". Los Alamos, New Mexico: Los Alamos National Security, LLC. Retrieved 7 May 2011.
3. Oerter, Robert (2006). The Theory of Almost Everything: The Standard Model, the Unsung Triumph of Modern Physics. Penguin. p. 223.
4. Oganessian, Yu. Ts.; Abdullin, F. Sh.; Bailey, P. D.; Benker, D. E.; Bennett, M. E.; Dmitriev, S. N.; Ezold, J. G.; Hamilton, J. H. et al. (2010). "Synthesis of a New Element with Atomic Number Z=117". Physical Review Letters (142502 ed.) (Physical Review Letter) 104 (14): 142502
5. James Mitchell Crow (2011), "Το high-tech καταπίνει τα εξωτικά στοιχεία"
6. Cindy Hurst (March, 2010), "China's rare Earth Elements Industry: what can the West learn?", Institute for the Analysis of Global Security (IAGS)
7. "Τα εξωτικά στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα" (2011), http://www.chemist.gr/2011/09/5919
8. Makiko Kitamura και Jason Scott (2010), "Toyota form task force on rare earth metals amid China export bare reports"
9. Belva M. Martin (2010), "Rare earth materials in the defense supply chain", GAO
10. Αναφορά του National Defense Stockpile του 2009, η οποία αφορά την έκθεση του GAO
11. www.ndu.edu/icaf/programs/academic/industry/reports/2009
12. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Λανθάνιο: να το κόβεις με το μαχαίρι!"
13. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Δημήτριο: ένα ευέξαπτο στοιχείο"
14. Άλκης Γαλδαδάς (2015), "Πρασεοδύμιο: προς το απόλυτο μηδέν"
15. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Νεοδύμιο: η επικίνδυνη λέξη"
16. Άλκης Γαλδαδάς (2013), "Σαμάριο: Ρίξε την κιθάρα στους καρχαρίες"
17. Suyver F. and Meijerink A. (2002). "Europium beveiligt de Euro", *Chemisch2Weekblad*, 98, 4, 12-13
18. Άλκης Γαλδαδάς (2013), "Ευρώπιο: Θα με βρείτε στην τσέπη σας"
19. https://el.wikipedia.org/wiki/Προμήθειο
20. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Προμήθειο: το φάντασμα του πίνακα"
21. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Έρβιο: και τατουάζ σβήνει!"
22. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Ύττριο: μέσα από τον διπρόσωπο καθρέπτη"
23. https://el.wikipedia.org/wiki/Υττριο
24. Άλκης Γαλδαδάς (2013), "Γαδολίνιο: παγίδα νετρονίων"
25. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Τέρβιο: και τζάμι το μεγάφωνο"
26. www.feonic.com/technology
27. Άλκης Γαλδαδάς (2015), "Δυσπρόσιο: ζόρικο αλλά χρήσιμο"
28. Άλκης Γαλδαδάς (2015), "Όλμιο: made in Sweden"
29. Άλκης Γαλδαδάς (2015), "Θούλιο: με 15.000 προσπάθειες"
30. Άλκης Γαλδαδάς (2015), "Λουτήτιο: Αχ, ακριβό μου Παρίσι"
31. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Νιόβιο: μαγνήτες και σκουλαρίκια"
32. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Ταντάλιο: το κουβαλάς παντού"

33. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Γάλλιο: η μπλε ακτίνα"
34. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Ίνδιο: κολλητοί με το γυαλί"
35. https://el.wikipedia.org/wiki/Ινδιο
36. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Γερμάνιο: η αμφιλεγόμενη πανάκεια"
37. http://www.healthline.com/natstandardcontent/germanium#1
38. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Θάλλιο: μακριά και ασφαλισμένοι"
39. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Τελλούριο: το προβληματικό μέταλλο"
40. https://el.wikipedia.org/wiki/Τελλούριο
41. Άλκης Γαλδαδάς (2013), "Πλατίνα: λάμπει, χωρίς να είναι χρυσός"
42. www.youtube.com/watch?v=RJXJpeH78iU (Κλίμακα Brinell)
43. Άλκης Γαλδαδάς (2015), "Όσμιο: πολλά βαρύ με ολίγη"
44. https://el.wikipedia.org/wiki/Ιρίδιο
45. Άλκης Γαλδαδάς (2015), "Ρουθήνιο: ένα στοιχείο στην πένα"
46. https://el.wikipedia.org/wiki/Ρουθήνιο
47. Άλκης Γαλδαδάς (2015), "Ρόδιο: ένα στοιχείο για το χρηματιστήριο"
48. http://en.wikipedia.org/wiki/2000s_commodities_boom
49. Rhodium Prices and Rhodium Price Charts
    www.infomine.com/investment/metal-prices/rhodium/
50. Katie Spence (2013), "Toyota and Hyundai's Hydrogen Fuel Cell Battle Begins"
    http://www.fool.com/investing/general/2013/11/24/toyota-and-hyundais-hydrogen-fuel-cell-battle-begi.aspx
51. Άλκης Γαλδαδάς (2013), "Παλλάδιο: σφουγγάρι υδρογόνου"
52. Platinum Metals Rev., 2003, 47 (2)
53. "Yale News" (2013),
    http://news.yale.edu/2013/03/16/fuel-cells-evolve-role-emerges-palladium
54. Άλκης Γαλδαδάς (2014), "Ιρίδιο: σπάνιο και ανοξείδωτο"
55. Oliver Zajec (2010), "Το γεωπολιτικό παιχνίδι με τις σπάνιες γαίες"
56. Δημήτρης Δελεβέγος (2013), "Σπάνιες γαίες, η ανερχόμενη δύναμη του ορυκτού πλούτου"
57. "Οι σπάνιες γαίες της Κίνας προκαλούν γεωπολιτικές αναταράξεις" (2010),
    http://www.chem.gr/οι-σπάνιες-γαίες-της-κίνας
58. Χρύσα Λιάγγου (2014), "Πού ψάχνουν για σπάνιες γαίες οι Κινέζοι στο ελληνικό υπέδαφος και για ποιο λόγο"
59. Raymond James (2010), "Rare Earths"
60. Πέτρος Τζεφέρης (2011), "Οι σπάνιες γαίες γίνονται όλο και λιγότερο σπάνιες!"
61. Σωτήρης Καμενόπουλος (2015), "Σπάνιες γαίες: μετά τους Σουηδούς, και οι Νορβηγοί δεν τις φοβούνται"
62. Ορυκτός Πλούτος (2014),
    http://www.oryktosploutos.net/2014/10/blog-post_16.html#.VsDJHfmLTIU
63. Ορυκτός Πλούτος (2012),
    http://www.oryktosploutos.net/2012/09/eu-rare.html#.VsDg8_mLTIV
64. Ναρβανιτίδης (2014), "Αδιέξοδος αναπτυξιακός προορισμός εκμετάλλευσης των σπανίων γαιών της Ευρώπης"
65. Στελίνα Μαργαριτίδου (2011), "Το μυστικό των ελληνικών Σπάνιων Γαιών"
66. Ορυκτός Πλούτος (2014),
    http://www.oryktosploutos.net/2014/09/blog-post_95.html#.VrshblIcTbi

67. Ημερήσια (2014), "Σπάνιες γαίες 40 δις. Ευρώ – Ο ελληνικός θησαυρός στο στόχαστρο των Κινέζων"
68. Ορυκτός Πλούτος (2014), http://www.oryktosploutos.net/2014/09/blog-post_96.html#.VrsR4lIcTbg
69. Ορυκτός Πλούτος (2011), http://www.oryktosploutos.net/2011/05/blog-post_04.html#.VsMqkFIcTbg
70. Τράτσα Μάχη (2011), "Σε Κιλκίς και Σέρρες το ελληνικό..Ελτοράντο"
71. Ορυκτός Πλούτος (2011), http://www.oryktosploutos.net/2011/06/blog-post_02.html#.VrsqnlIcTbg
72. Ορυκτός Πλούτος (2011), http://www.oryktosploutos.net/2011/10/blog-post_19.html#.VsNyE_mLTIU
73. Αρβανιτίδης Ν. (2010), "Βιώσιμα κοιτάσματα μεταλλικών ορυκτών στην Μακεδονία και Θράκη", Ημερίδα, 29 Μαΐου 2010, Θεσσαλονίκη
74. Πέτρος Τζεφέρης (2014), "Υπάρχουν σπάνιες γαίες στην Ελλάδα;"
75. ΠολίτηςΧίος (2014), "Κινέζικο ενδιαφέρον για το υπέδαφος της Χίου!"
76. Τράτσα Μάχη (2014), "Ελληνικοί θησαυροί με σπάνιες γαίες"
77. https://el.wikipedia.org/wiki/Θάλλιο
78. https://el.wikipedia.org/wiki/Όσμιο
79. https://el.wikipedia.org/wiki/Γερμάνιο
80. https://el.wikipedia.org/wiki/Λανθάνιο
81. https://el.wikipedia.org/wiki/Δημήτριο
82. https://el.wikipedia.org/wiki/Πρασεοδύμιο
83. https://el.wikipedia.org/wiki/Νεοδύμιο
84. https://el.wikipedia.org/wiki/Σαμάριο
85. https://el.wikipedia.org/wiki/Ευρώπιο
86. https://el.wikipedia.org/wiki/Ερβιο
87. Questions and Answers on Gadolinium - Based Constrast Agents (2014) http://www.fda.gov/Drugs/DrugSafety/DrugSafetyNewsletter/ucm142889.htm
88. https://el.wikipedia.org/wiki/Γαδολίνιο
89. https://el.wikipedia.org/wiki/Τέρβιο
90. http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ic10030660
91. https://el.wikipedia.org/wiki/Δυσπρότιο
92. https://el.wikipedia.org/wiki/Όλμιο
93. https://el.wikipedia.org/wiki/Θούλιο
94. https://el.wikipedia.org/wiki/Λουτήσιο
95. https://el.wikipedia.org/wiki/Νιόβιο
96. https://el.wikipedia.org/wiki/Ταντάλιο
97. https://el.wikipedia.org/wiki/Γάλλιο
98. http://www.fda.gov/ohrms/dockets/dailys/00/oct00/102300/cp0001.pdf0
99. https://el.wikipedia.org/wiki/Λευκόχρυσος
100. https://el.wikipedia.org/wiki/Ρόδιο
101. https://el.wikipedia.org/wiki/Παλλάδιο