



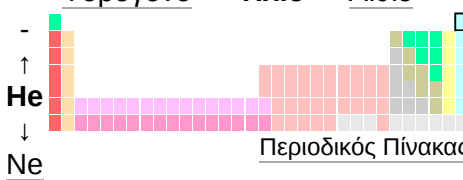
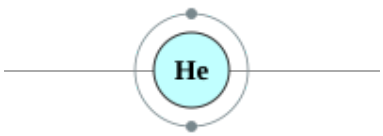

Ήλιο

Το **ήλιο** (*helium*) είναι το χημικό στοιχείο με ατομικό αριθμό 2 και ατομική μάζα 4,002602 amu. Αντιπροσωπεύεται από το σύμβολο **He**. Στις κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος, είναι άχρωμο, άοσμο, άγευστο, μη τοξικό, ιδανικό, μονοατομικό αέριο, που είναι επικεφαλής (πρώτο) των ευγενών αερίων του Περιοδικού Συστήματος των Χημικών στοιχείων. Το σημείο ζέσεως και το σημείο τήξης του είναι τα χαμηλότερα που υπάρχουν ανάμεσα σε όλες τις χημικές ουσίες. Ουσιαστικά παραμένει αέριο, εκτός αν είναι κάτω από εξαιρετικές συνθήκες.

Το ήλιο είναι το δεύτερο (2^ο), μετά το υδρογόνο, πιο άφθονο χημικό στοιχείο στο Σύμπαν και υπολογίστηκε ότι αποτελεί το 24% της στοιχειακής μάζας του Γαλαξία μας. Η μάζα του αντιστοιχεί στο 12πλάσιο της συνολικής μάζας όλων των βαρύτερων από το ήλιο στοιχείων (μαζί). Είναι άφθονο στον Ήλιο και στον Δία. Το γεγονός αυτό (της μεγάλης αφθονίας του στο Σύμπαν) εξηγείται από τη μεγάλη ενέργεια πυρηνικής σύζευξης ανά νουκλεόνιο του ⁴He σε σχέση με τα επόμενα τρία (3) χημικά στοιχεία (δηλαδή σε σχέση με το λίθιο, το βηρύλλιο και το βόριο). Η ενέργεια αυτή εξηγεί την αυξημένη πιθανότητα σχηματισμού του, τόσο κατά την πυρηνική σύντηξη, όσο και κατά τη ραδιενεργή διάσπαση. Το περισσότερο ήλιο στο σύμπαν πιστεύεται ότι σχηματίστηκε κατά τη Μεγάλη Έκρηξη. Κάποια νέα ποσότητα ηλίου παράγεται κατά την πυρηνική σύντηξη υδρογόνου στους αστέρες με μάζα από 0,5 ηλιακή μάζα και πάνω.

Το ήλιο ονομάστηκε έτσι από τον Ήλιο, επειδή ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά ως μια άγνωστη κίτρινη φασματική χαρακτηριστική γραμμή στο ηλιακό φάσμα, κατά τη διάρκεια της ηλιακής έκλειψης του 1868 στην Ινδία, από τον Γάλλο αστρονόμο Πιερ Ζυλ Ζανσέν. Ο Ζανσέν πιστώθηκε την ανακάλυψη του ηλίου μαζί με τον Τζόζεφ Λόκυερ (*Joseph Norman Lockyer*), που επίσης παρατήρησε την ίδια έκλειψη και πρότεινε πρώτος ότι η φασματική αυτή γραμμή ήταν εξαιτίας ενός νέου (για την εποχή) στοιχείου, που ονόμασε «ήλιο». Η τυπική ανακάλυψη του ηλίου (στη Γη) έγινε το 1895, από τους Σουηδούς χημικούς Περ Τεοντόρ Κλέβε (*Per Teodor Cleve*) και Νηλς Αβραάμ Λάνγκλετ (*Nils Abraham Langlet*, που βρήκαν ήλιο που προέρχονταν από το ορυκτό κλεβεΐτη του ουρανίου. Το 1903, μεγάλα αποθέματα ηλίου βρέθηκαν σε πεδία φυσικού αερίου σε διάφορα μέρη των ΗΠΑ, που είναι ακόμη ο κύριος (παγκόσμιος) προμηθευτής του αερίου.

Το ήλιο χρησιμοποιείται στην κρυογενική (είναι η μεγαλύτερη χρήση του, που καταναλώνει περίπου το ¼ της παραγωγής του) και στην ψύξη μαγνητών υπεραγωγιμότητας, με ειδικότερη εμπορική εφαρμογή τούς σαρωτές MRI. Άλλες βιομηχανικές χρήσης του είναι

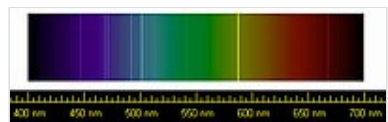
Ήλιο	
Υδρογόνο ← Ήλιο → Λίθιο	
	
2: Helium	2
	
Το άτομο του Ηλίου	
	
Υγρό Ήλιο	
Ιστορία	
Ταυτότητα του στοιχείου	
Όνομα, σύμβολο	Ήλιο (He)
Ατομικός αριθμός (Z)	2
Κατηγορία	ευγενή αέρια
ομάδα, περίοδος, τομέας	18 ,1, s
Σχετική ατομική μάζα (A _r)	4,002602
Ηλεκτρονική διαμόρφωση	1s ²
Αριθμός CAS	7440-59-7
Ατομικές ιδιότητες	
Ατομική ακτίνα	28 pm
Ακτίνα van der Waals	140 pm
Ενέργειες ιονισμού	1η: 2372,3 kJ/mol 2η: 5250,5 kJ/mol

ως αέριο συμπίεσης και καθαρισμού και ως μια προστατευτική ατμόσφαιρα για συγκόλληση με τόξο και διεργασίες όπως η ανάπτυξη κρυστάλλων για την παραγωγή γκοφρετών πυριτίου, με κατανάλωση ποσότητας που αντιστοιχεί στη μισή από τη συνολική χρήση του. Υπάρχουν και οικονομικά ελάσσονος σημασίας χρήσεις του, από τις οποίες οι πιο δημοφιλείς είναι ως ανυψωτικό αέριο για αερόστατα, αερόπλοια και παιδικά μπαλόνια^[1]. Όπως κάθε αέριο που έχει διαφορετική πυκνότητα από τη μέση του ατμοσφαιρικού αέρα, μια εισπνοή μικρού όγκου του ηλίου από άνθρωπο έχει ως αποτέλεσμα την προσωρινή αλλαγή της συχνότητας και της χροιάς της φωνής του. Στην επιστημονική έρευνα, η συμπεριφορά των δύο (2) ρευστών φάσεων του ^4He , του ήλιου-I και του ήλιου-II, είναι σημαντική για τους ερευνητές της κβαντομηχανικής (και ειδικότερα για το φαινόμενο της υπερρευστότητας) και για όσους ερευνούν φαινόμενα όπως η υπεραγωγιμότητα, που παράγεται από ύλη που βρίσκεται σε θερμοκρασίες κοντά στο απόλυτο μηδέν.

Φυσικά χαρακτηριστικά	
Κρυσταλλικό σύστημα	εξαγωνικό
Σημείο τήξης	-272,2 °C (0,95 K) (25 bar)
Σημείο βρασμού	-268,93 °C (4,22 K)
Κρίσιμο σημείο	5,19 K, 2,27 bar
Ενθαλπία εξάτμισης	0,0829 kJ/mol
Ταχύτητα του ήχου	972 m/s
Η κατάσταση αναφοράς είναι η πρότυπη κατάσταση (25°C, 1 Atm) εκτός αν σημειώνεται διαφορετικά	

Στη Γη, η ελαφρύτητα του ηλίου προκάλεσε τη διαφυγή του από το νέφος αερίων και σκόνης που συμπυκνώθηκαν κατά τον σχηματισμό του πλανήτη, με αποτέλεσμα να είναι έτσι σχετικά σπάνιο, δηλαδή μόνο το 0,00052% κατ' όγκο της ατμόσφαιράς μας. Μάλιστα, το μεγαλύτερο μέρος του ηλίου που υπάρχει σήμερα σ' αυτήν, δημιουργήθηκε από τη φυσική ραδιενεργή διάσπαση βαρέων ραδιενεργών στοιχείων (κυρίως θωρίου και ουρανίου, καθώς τα σωματίδια α που εκπέμπουν αποτελούνται από πυρήνες ^4He . Το ραδιογενές ήλιο παγιδεύθηκε στο φυσικό αέριο σε συγκεντρώσεις ως και 7% κατ' όγκο, από το οποίο και εξάγεται σήμερα για εμπορική χρήση, με χαμηλής θερμοκρασίας διαχωρισμό από τα άλλα αέρια συστατικά, με τη χρήση κλασματικής απόσταξης.

Ιστορία



Φασματικές γραμμές ηλίου στο ορατό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος

Το ήλιο είναι το μοναδικό χημικό στοιχείο που ανακαλύφθηκε πρώτα έξω από τη Γη, πριν αποδειχθεί ότι υπάρχει και σε αυτήν. Η πρώτη ένδειξη για την ύπαρξη του ηλίου παρατηρήθηκε στις 18 Αυγούστου του 1868 με τη μορφή μιας έντονη κίτρινης φασματικής γραμμής με μήκος κύματος 587,49 νανομέτρων στο φάσμα απορρόφησης της χρωμόσφαιρας του Ήλιου από τον Γάλλο αστρονόμο Ζυλ Ζανσέν κατά τη διάρκεια της ολικής ηλιακής έκλειψης στο Γκουντούρ της Ινδίας^{[2][3]}. Η γραμμή αυτή βρίσκεται κοντά στις χαρακτηριστικές φασματικές γραμμές για το νάτριο και γι' αυτό αρχικά αποδόθηκε σ' αυτό το χημικό στοιχείο. Στις 20 Οκτωβρίου της ίδιας χρονιάς, ο Άγγλος αστρονόμος Τζόζεφ Λόκυερ (Joseph Norman Lockyer) παρατήρησε επίσης την κίτρινη γραμμή στο ηλιακό φάσμα. Την ονόμασε D₃ γραμμή Φράουνοφερ (Fraunhofer), επειδή βρισκόταν κοντά στις αντίστοιχες D₁ και D₂ του νατρίου^[4]. Τελικά, όμως, κατέληξε ότι προέρχονταν από ένα άλλο (από το νάτριο) χημικό στοιχείο, που υπάρχει στον Ήλιο, αλλά ήταν άγνωστο (τότε) στη Γη. Ο Λόκυερ και ο Άγγλος χημικός Έντουαρντ Φράνκλαντ (Edward Frankland) ονόμασαν το νέο (για την εποχή) χημικό στοιχείο «ήλιο», από την ελληνική λέξη για τον Ήλιο^{[5][6][7]}.

Στη συνέχεια η ίδια κίτρινη γραμμή παρατηρήθηκε από τον Παλμιέρι (L. Palmieri) το 1881 στο φάσμα αερίων ηφαιστειακής προέλευσης από τον Βεζούβιο. Στις 26 Μαρτίου 1895 ο Βρετανός χημικός Σερ Ουίλιαμ Ράμσεϊ (Sir William Ramsay) απομόνωσε ήλιο στη Γη, επεξεργαζόμενος δείγμα του ορυκτού κλεβεΐτη (μια ποικιλία του ουρανινίτη, που περιέχει τουλάχιστον 10% σπάνιες γαίες). Ο Ράμσεϊ αναζητούσε αργό, αλλά διαχωρίζοντας το οξυγόνο και το άζωτο από τα αέρια που απελευθέρωσε με θειικό οξύ, παρατήρησε κίτρινη φασματική γραμμή που ταίριαζε με την D₃ που είχε παρατηρηθεί στο ηλιακό φάσμα και είχε αποδοθεί στο χημικό στοιχείο ήλιο^{[4][8][9][10]}. Τα δείγματα αυτά πιστοποιήθηκαν ότι ήταν ήλιο από τους Λόκυερ και Ουίλιαμ Κρουκς

(Βρετανός φυσικός). Η ανεξάρτητη αυτή απομόνωση του χημικού στοιχείου έδωσε την ευκαιρία να προσδιορισθεί η ατομική μάζα του χημικού στοιχείου^{[3][11][12]}. Το ήλιο επίσης απομονώθηκε από τον Αμερικανό γεωχημικό Ουίλλιαμ Φράνσις Χίλλεμπραντ (William Francis Hillebrand) πριν από τον Ράμσεϊ, ο οποίος ανακάλυψε παράξενες φασματικές γραμμές σε δείγμα ορυκτού ουρανίτη. Ο Χίλλεμπραντ όμως απέδωσε αυτές τις φασματικές γραμμές στο άζωτο. Η συγχαρητήρια επιστολή του στον Ράμσεϊ προσφέρει μια ενδιαφέρουσα περίπτωση μιας σχεδόν ανακάλυψης που προηγήθηκε και μιας ανακάλυψης που ακολούθησε στην επιστήμη^[13]. Η ουσιαστική διαφορά ήταν η επιπλέον διαδικασία διαχωρισμού από το άζωτο του Ράμσεϊ, που εμπόδιζε τη λάθος ταύτιση της φασματικής γραμμής D₃.

Το 1907 οι Έρνεστ Ράδερφορντ και Τόμας Ρόιντς (Thomas Royds) απέδειξαν πως τα σωματίδια α είναι πυρήνες ⁴He, επιτρέποντας σε σωματίδια α να διέλθουν μέσα από λεπτά τοιχώματα γυαλιού κενού σωλήνα, να αποφορτισθούν στο εσωτερικό του και μελετώντας το φάσμα του εγκλωβισμένου, ηλίου πλέον. Το 1908 το ήλιο υγροποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Ολλανδό φυσικό Χάικε Κάμερλιν (Heike Kamerlingh Onnes) ψύχοντας το αέριο σε θερμοκρασία μικρότερη από 1 K^[14]. Προσπάθησε να το στερεοποιήσει κιόλας, αλλά απέτυχε επειδή το ήλιο δεν έχει τριπλό σημείο, στο οποίο και οι τρεις φάσεις της ύλης συνυπάρχουν σε ισορροπία. Ο φοιτητής του *Willem Hendrik Keesom* κατόρθωσε τελικά να πάρει 1 cm³ στερεού ήλιου το 1926^[15].

Το 1938, ο Ρώσος φυσικός Πιοτρ Λεονίντοβιτς Καπίτσα ανακάλυψε ότι το ⁴He έχει σχεδόν μηδενικό ιξώδες σε θερμοκρασίες κοντά στους 0 K. Το φαινόμενο αυτό σήμερα ονομάζεται υπερρευστότητα^[16]. Το 1972, το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε για το ³He, αλλά σε θερμοκρασίες ακόμη πιο κοντά στους 0 K, από τους Αμερικανούς φυσικούς Ντούγκλας Όσεροφ (Douglas D. Osheroff), Ντάιβιντ Λη (David M. Lee) και Ρόμπερτ Ρίτσαρντσον (Robert C. Richardson). Το φαινόμενο αποδόθηκε στον συνδυασμό ζευγών φερμιόνιων ηλίου σε μποζόνια, σε αναλογία με τα ζεύγη ηλεκτρονίων του Κούπερ που παράγουν το φαινόμενο της υπεραγωγιμότητας^[17].

Παραγωγή και χρήση

Μετά από μια επιχείρηση εξόρυξης πετρελαίου το 1903 στο Ντέξτερ, στο Κάνσας των ΗΠΑ εκλύθηκε ένας πίδακας από ένα αέριο που δεν καίγονταν. Ο γεωλόγος της Πολιτείας Έρασμους Χάβορθ (Erasmus Haworth) συνέλεξε δείγματα αυτού του εκλυόμενου αερίου και τα πήρε μαζί του στο Πανεπιστήμιο του Κάνσας στο Λαβρένς, όπου με τη βοήθεια των χημικών Χάμιλτον Κάντυ (Hamilton Cady) και Ντέιβιντ ΜακΦάρλαντ (David McFarland), ανακάλυψαν ότι η σύνθεσή του κατ' όγκο ήταν 72% άζωτο, 15% μεθάνιο (που καιγόταν μόνο με αρκετό καθαρό οξυγόνο), 1% υδρογόνο και 12% ένα άγνωστης ταυτότητας αέριο.^{[18][19]} Μετά από πιο λεπτομερή χημική ανάλυση διαπίστωσαν ότι αυτό το αέριο αποτελούνταν από ήλιο, σε ποσοστό 1,84%, κατ' όγκο, ως προς το αρχικό δείγμα.^{[20][21]} Αυτό το περιστατικό έδειξε ότι παρ' όλο που συνολικά το ήλιο είναι σπάνιο στη Γη, υπήρχε σε μεγάλα αποθέματα κάτω από τις Αμερικανικές Μεγάλες Πεδιάδες, διαθέσιμο για εξόρυξη, ως παραπροϊόν του φυσικού αερίου^[22]. Τα μεγαλύτερα αποθέματα ηλίου βρίσκονταν στο Χιούστον και στα γύρω ρου πεδία φυσικού αερίου, στο Νοτιοδυτικό Κάνσας και σε παραφυάδες τους στο Τέξας και την Οκλαχόμα.

Με αυτόν τον τρόπο οι ΗΠΑ έγιναν η μεγαλύτερη προμηθεύτρια χώρα ηλίου παγκοσμίως. Ακολουθώντας μια πρόταση του Σαρ Ρίτσαρντ Θρέιφαλλ (Richard Threlfall), το Πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ ανέλαβε τη χορηγία των μικρών πειραματικών εργοστασίων ηλίου, κατά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Ο στόχος ήταν να εφοδιάζει τα προπετάσματα αεροστάτων με το μη αναφλέξιμο ήλιο, που όμως ήταν κι αυτό ελαφρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Συνολικά παρήχθησαν 5.700 m³ ηλίου καθαρότητας 92% από αυτό το πρόγραμμα, αν και προηγουμένως λαμβάνονταν λιγότερο από 1 m³^[23]. Κάποιες ποσότητες από αυτό το ήλιο χρησιμοποιήθηκαν για να γεμιστεί το πρώτο παγκοσμίως αερόπλοιο, το C-7 του Πολεμικού Ναυτικού των ΗΠΑ., που πραγματοποίησε το παρθενικό του ταξίδι από το Χάμπτον Ρόαντς της Βιρτζίνια στο Μπόλλινγκ Φιλντ της Ουάσινγκτον, την 1^η Δεκεμβρίου του 1921^[24].

Παρόλο που η διαδικασία εξόρυξης και απομόνωσης, χρησιμοποιώντας τεχνικές χαμηλής θερμοκρασίας υγροποίηση αερίων, δεν είχε αναπτυχθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου, η παραγωγή του αερίου συνεχίστηκε. Το ήλιο χρησιμοποιήθηκε τότε ως ανυψωτικό αέριο για τα ελαφρύτερα από τον αέρα αεροσκάφη, δηλαδή τα διαφόρων τύπων και χρήσεων αεροστάτων και αερόπλοιων. Η ζήτηση του αερίου γι' αυτήν τη χρήση αυξήθηκε επίσης και κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, αλλά άρχισε να αυξάνεται η ζήτησή του και για προστασία από ηλεκτροσυγκόλληση με τόξο. Το φασματόμετρο μάζας ηλίου ήταν ακόμη ζωτικό για το Πρόγραμμα Μανχάταν, για την ανάπτυξη της πυρηνικής βόμβας από τις ΗΠΑ^[25].

Η Κυβέρνηση των ΗΠΑ δημιούργησε το «Εθνικό Απόθεμα Ηλίου των ΗΠΑ» (National Helium Reserve) το 1925 στο Αμαρίλο του Τέξας με στόχο να εξασφαλίζει την προμήθεια ηλίου για τα πολεμικά αερόπλοια της χώρας σε περίπτωση πολέμου και για τα πολιτικά αερόπλοια, σε κατάσταση ειρήνης^[23]. Εξαιτίας του στρατιωτικού εμπάργκο των ΗΠΑ κατά της Γερμανίας, η τελευταία είχε έλλειψη σε προμήθειες ηλίου κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, με αποτέλεσμα το αερόπλοιο LZ 129 Χίντενμπουργκ να αναγκαστεί να χρησιμοποιήσει υδρογόνο ως ανυψωτικό αέριο. Η ζήτηση του ηλίου μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο αποκλιμακώθηκε προσωρινά, αλλά η ύπαρξη του Εθνικού Αποθέματος Ηλίου των ΗΠΑ επεκτάθηκε μέχρι τη δεκαετία του 1950, για να εξασφαλίσει, αυτήν τη φορά, την προμήθεια ηλίου για την ψύξη πυραύλων που χρησιμοποιούσαν ζεύγος υδρογόνου και οξυγόνου (ως καύσιμο και οξειδωτικό), κατά τον Αγώνα Κατάκτησης του Διαστήματος και τον Ψυχρό Πόλεμο, γενικότερα. Η ζήτηση του ηλίου στις ΗΠΑ το 1965 έφτασε το οκταπλάσιο της κορύφωσης της ζήτησής του, κατά την πολεμική περίοδο^[26].

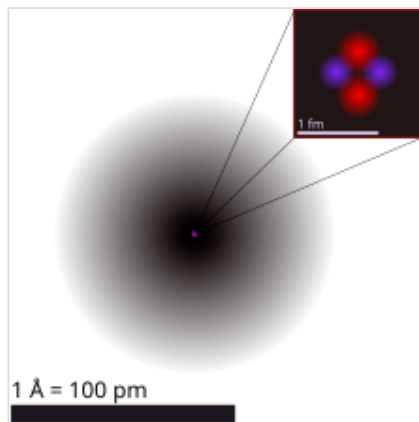
Μετά την «Τροποποίηση των πράξεων για το ήλιο του 1960» (Helium Acts Amendments of 1960, Public Law 86-777), το Γραφείο των ΗΠΑ για τα ορυχεία (U.S. Bureau of Mines, ένας Δημόσιος Οργανισμός των ΗΠΑ) αδειοδότησε την κατασκευή πέντε (5) ιδιωτικών εργοστασίων παραγωγής ηλίου από φυσικό αέριο. Γι' αυτό το πρόγραμμα «διατήρησης του ηλίου», το παραπάνω Γραφείο δημιούργησε ένα δίκτυο σωλήνων μεταφοράς του αερίου, συνολικού μήκους 684 χλμ., από το Μπράστον του Κάνσας, για να συνδέσει τα παραπάνω αναφερόμενα εργοστάσια με το μερικώς εξαντλημένο κρατικό πεδίο αερίων στο Κλίφφσαϊντ (Cliffside gas field), κοντά στο Αμαρίλο του Τέξας. Ένα μείγμα ηλίου - άζωτου αποθηκεύτηκε εκεί, ως απόθεμα ανάγκης, οπότε το ήλιο θα καθαρίζονταν περισσότερο από το άζωτο^[27].

Μέχρι το 1995, συνολικά 1.000.000.000 m³ του αερίου είχαν συλλεχθεί και αποθεματοποιηθεί, με κόστος 1.400.000.000 \$ (ΗΠΑ), οδηγώντας το Κογκρέσο των ΗΠΑ το 1966 σε ψήφισμα τερματισμού του προγράμματος αποθεματοποίησης^{[18][28]}. Το σχετικό ψήφισμα ονομάστηκε «Πράξη για την Αποθεματοποίηση του Ηλίου του 1996» (Helium Privatization Act of 1996, Public Law 104-273)^[29] δίνοντας εντολή στο Υπουργείο Εσωτερικών ΗΠΑ (Department of the Interior) να αδειάσει το απόθεμα μέχρι το 2005^[30].

Το ήλιο που παραγόταν μεταξύ του 1930 και του 1945 ήταν περίπου 98,3% καθαρό ήλιο και το υπόλοιπο άζωτο και ήταν ικανοποιητικό ανυψωτικό για τα αερόπλοια. Από το 1945, άρχισε να παράγεται μια (σχετικά) μικρή ποσότητα ηλίου με καθαρότητα 99,9%, για τη χρήση προστασίας κατά την ηλεκτροσυγκόλληση με τόξο. Μέχρι το 1949 έγιναν διαθέσιμες για εμπορική χρήση ποσότητες ηλίου «βαθμού καθαρότητας Α», δηλαδή 99,95%^[31].

Για πολλά χρόνια οι ΗΠΑ παρήγαγαν πάνω από το 90% του ηλίου που χρησιμοποιούνταν εμπορικά σ' όλον τον κόσμο, ενώ άλλες μονάδες παραγωγής, στον Καναδά, στην Πολωνία, στη Ρωσία και σε άλλα κράτη παρήγαγαν το υπόλοιπο. Στα μέσα της δεκαετίας του 1990, άρχισε να λειτουργεί μια νέα μονάδα στο Άρζεγ, στην Αλγερία, παρήγαγε 17.000.000 m³, παραγωγή αρκετή να καλύψει τη ζήτηση όλης της Ευρώπης σε ήλιο. Στο μεταξύ, μέχρι το έτος 2000, η κατανάλωση ηλίου μέσα στις ΗΠΑ άρχισε να αυξάνεται με ρυθμό πάνω από 15.000 τόνους τον χρόνο^[32]. Στην περίοδο 2004-2006, δημιουργήθηκαν δύο πρόσθετες μονάδες παραγωγής, ένα στο Ρας Λάφφεν, του Κατάρ και το άλλο στη Σκικντά της Αλγερίας. Έτσι, η Αλγερία έγινε η δεύτερη ηλιοπαραγωγός χώρα^[33]. Εν τω μεταξύ και η κατανάλωση ηλίου και το κόστος παραγωγής του αυξήθηκαν^[34]. Μεταξύ του 2002 και του 2007, η οικονομική αξία του ηλίου διπλασιάστηκε^[35] και το 2008 αυξήθηκε κατά ένα άλλο 50%.

Χαρακτηριστικά



Το άτομο του ηλίου: Αποτελείται από έναν πυρήνα (ροζ) και ένα «ηλεκτρονιακό νέφος» διασποράς (μαύρο). Ο πυρήνας (πάνω δεξιά) είναι στο ^4He είναι στην πραγματικότητα σφαιρικά συμμετρικός και μοιάζει πολύ με το ηλεκτρονικό νέφος, αν και αυτό δεν συμβαίνει πάντα σε περιπτώσεις πιο πολύπλοκων πυρήνων.

Το άτομο του ηλίου

Το ήλιο και η κβαντομηχανική

Από τη σκοπιά της κβαντομηχανικής, το ήλιο έχει το δεύτερο απλούστερο άτομο που υπάρχει, μετά το άτομο του υδρογόνου. Το άτομο του ηλίου αποτελείται από δύο (2) ηλεκτρόνια σε ατομικά τροχιακά που περικυκλώνουν έναν πυρήνα που αποτελείται από επίσης δύο (2) πρωτόνια και δύο (2) νετρόνια. Όπως στη Νευτώνεια Μηχανική, κανένα σύστημα που περιέχει περισσότερα από δύο (2) σωματίδια δεν μπορεί να επιλυθεί με ακριβή αναλυτική μαθηματική προσέγγιση (δείτε σύστημα τριών σωμάτων). Το άτομο του ηλίου δεν αποτελεί εξαίρεση σε αυτόν τον κανόνα. Έτσι, απαιτούνται αριθμητικές μαθηματικές μέθοδοι, ακόμη και αν το σύστημα του ατόμου του ηλίου περιέχει μόνο έναν πυρήνα και δύο (2) ηλεκτρόνια. Τέτοιες μέθοδοι υπολογιστικής χημείας χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν για να σχηματίσουν την κβαντομηχανική εικόνα της περιφοράς των ηλεκτρονίων με μια ακρίβεια εντός του 2% από την ορθή τιμή της, με λίγα υπολογιστικά βήματα^[36]. Σε μια τέτοια μοντέλα έχει διαπιστωθεί ότι κάθε ηλεκτρόνιο του ηλίου «εμποδίζει» μερικά την έλξη του πυρήνα να δράσει πάνω στο άλλο^[37], ώστε η «αποτελεσματική πυρηνική έλξη» Z , σε κάθε ηλεκτρόνιο να είναι περίπου 1,69 πυρηνικές

μονάδες και όχι 2,00, όπως θα ήταν στο μοντέλο του κατιόντος ηλίου (He^+).

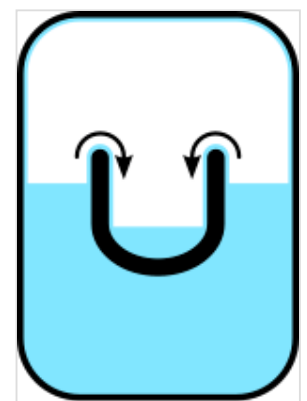
Ιδιότητες

Το ήλιο είναι αέριο άχρωμο, άοσμο, άγευστο και μη-τοξικό. Έχει το χαμηλότερο σημείο βρασμού από κάθε άλλο χημικό στοιχείο ενώ είναι το μοναδικό υγρό το οποίο είναι αδύνατο να παγώσει μόνο με την ελάττωση της θερμοκρασίας. Είναι απαραίτητη και η αύξηση της πίεσης. Επίσης είναι το μοναδικό υλικό που δεν διαθέτει τριπλό σημείο, δηλαδή ένα συνδυασμό θερμοκρασίας και πίεσης στον οποίο συνυπάρχουν σε ισορροπία και οι τρεις καταστάσεις της ύλης – στερεό, υγρό και αέριο.

Στη φύση απαντάται σε δύο σταθερά ισότοπα, ^3He και ^4He , από τα οποία το πρώτο απαντάται σπάνια. Όπως όλα τα ευγενή αέρια έχει σταθερή ηλεκτρονική διαμόρφωση και το άτομό του είναι άπολο και σφαιρικό. Είναι το πιο αδρανές χημικό στοιχείο και οι μόνες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων είναι ασθενείς δυνάμεις van der Waals.

Έχει τη μικρότερη διαλυτότητα στο νερό από κάθε άλλο γνωστό αέριο, ενώ ο δείκτης διάθλασης είναι πιο κοντά στη μονάδα από κάθε άλλο γνωστό αέριο.

Ίσως η πιο εντυπωσιακή από τις ιδιότητές του είναι η ικανότητά να μετατρέπεται σε υπέρρευστο. Όταν το υγρό φυσικό ήλιο (το συνηθισμένο ισότοπο ^4He) ψυχθεί ακόμα περισσότερο στους 2,2° K (γνωστό ως θερμοκρασιακό σημείο λ) μετασχηματίζεται σε μια νέα κατάσταση που έχει αρκετά παράξενες ιδιότητες. Η



Το υπέρρευστο ήλιο σκαρφαλώνει τα τοιχώματα του δοχείου υπερνικώντας τη βαρύτητα.

αρχική «φυσιολογική» κατάσταση ονομάζεται ήλιο-I η οποία μετασχηματίζεται στην κατάσταση ήλιο-II. Στο σημείο που λαμβάνει χώρα ο μετασχηματισμός από την κατάσταση I στην κατάσταση II, η ειδική θερμότητα αυξάνεται απότομα ενώ παρατηρείται και ακόμα πιο απότομη αύξηση της θερμικής αγωγιμότητας της τάξης του 10^6 . Αντίθετα το ιξώδες του υλικού γίνεται ουσιαστικά μηδέν.



Λάμπα που περιέχει ήλιο

Το υπέρρευστο ήλιο έχει την ιδιότητα να περνάει εύκολα πολύ λεπτά τριχοειδή αγγεία και σχισμές, που σχεδόν αποτρέπουν εντελώς τη ροή όλων των άλλων υγρών. Επίσης, η τεράστια θερμική αγωγιμότητα έχει ως αποτέλεσμα το ήλιο-II να μην βράζει με τη θέρμανσή του αλλά κατευθείαν να εξατμίζεται από υγρό σε αέριο.

Τέλος, η πιο παράξενη ιδιότητά του είναι η ικανότητά του να καλύπτει με ένα φιλμ πάχους μερικών εκατοντάδων ατόμων όλες τις στερεές επιφάνειες με τις οποίες έρχεται σε επαφή και βρίσκονται κάτω από το θερμοκρασιακό σημείο λ. Η παραπάνω ιδιότητα μπορεί να παρατηρηθεί κάνοντας το εξής πείραμα: βυθίζουμε τον πυθμένα ενός κατάλληλου δοχείου μέσα σε ένα λουτρό ηλίου-II και περιμένουμε η θερμοκρασία των τοιχωμάτων να πέσει κάτω από το σημείο λ. Τότε θα παρατηρήσουμε το υπερρευστό ήλιο να σκαρφαλώνει, ουσιαστικά χωρίς τριβές και υπερνικώντας τη βαρύτητα, τις πλευρές του δοχείου και να το γεμίζει μέχρι να εξισωθούν οι επιφάνειες μέσα και έξω από αυτό.

Χρήσεις

Η πιο γνωστή χρήση του είναι ως ανυψωτικό, στην πλήρωση αερόπλοιων και μπαλονιών καθώς είναι ελαφρύτερο από τον αέρα. Προτιμάται από το υδρογόνο γιατί δεν είναι εύφλεκτο ενώ έχει το 92,64% της ανυψωτικής ικανότητας αυτού (περίπου 1 kg/m^3). Παρόλα αυτά η χρήση αυτή δεν είναι πια τόσο σημαντική και χρησιμοποιείται κυρίως σε μετεωρολογικά μπαλόνια.



Το ήλιο χρησιμοποιείται για την πλήρωση αερόπλοιων, γιατί είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και δεν είναι εύφλεκτο όπως το υδρογόνο

Η κύρια χρήση είναι ως κρυογενικό ρευστό για την ψύξη σε εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες διάφορων μετάλλων ή άλλων υλικών, όπως στην περίπτωση της απεικόνισης με μαγνητικό συντονισμό (magnetic resonance imaging). Ήλιο χρησιμοποιεί, επίσης, ως μέσο ψύξης των μαγνητών του, ο επιταχυντής του CERN.

Επίσης, λόγω της πολύ μικρής διαλυτότητάς του στο νερό, χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του αζώτου σε συνθετικό αέρα αναπνευστικών συσκευών για μεγάλα βάθη, για την αντιμετώπιση της λεγόμενης νόσου των δυτών. Χρησιμοποιείται ως ψυκτικό σε ορισμένους πυρηνικούς αντιδραστήρες, στην αέρια χρωματογραφία, για τον εντοπισμό σημείων πιθανής διαρροής σε βιομηχανικό εξοπλισμό και για τη δημιουργία αδρανούς ατμόσφαιρας για την προστασία σημαντικών ιστορικών αντικειμένων. Τέλος, χρησιμοποιείται για τη χρονολόγηση ορυκτών που περιέχουν ουράνιο και θόριο, καθώς είναι γνωστό ότι αυτά τα ραδιενεργά υλικά διασπώνται εκπέμποντας σωματίδια α, δηλαδή πυρήνες ηλίου.

Ως πρόσθετο τροφίμων χρησιμοποιείται με τον κωδικό E939.

Ασφάλεια-υγεία

Το ήλιο δεν είναι τοξικό και ανευρίσκεται σε πολύ μικρές ποσότητες στο αίμα των ανθρώπων.

Παραπομπές και σημειώσεις

1. Helium: Up, Up and Away? (<http://www.photonics.com/Article.aspx?AID=35225>) Melinda Rose, Photonics Spectra, Oct. 2008. Accessed Feb 27, 2010. For a more authoritative but older 1996 pie chart showing U.S. helium use by sector, showing much the same result, see the chart reproduced in "Applications" section of this article.
2. Kochhar, R. K. (1991). "French astronomers in India during the 17th - 19th centuries". Journal of the British Astronomical Association 101 (2): 95–100. <http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1991JBAA..101...95K/0000100.000.html>. Retrieved 2008-07-27.
3. Emsley, John (2001). *Nature's Building Blocks*. Oxford: Oxford University Press. pp. 175–179. ISBN 0-19-850341-5.
4. Clifford A. Hampel (1968). *The Encyclopedia of the Chemical Elements*. New York: Van Nostrand Reinhold. pp. 256-268. ISBN 0-442-15598-0.
5. Sir Norman Lockyer - discovery of the element that he named helium" Balloon Professional Magazine, 07 Aug 2009.
6. "Helium". Oxford English Dictionary. 2008. <http://dictionary.oed.com/cgi/entry/50104457?>. Retrieved 2008-07-20.
7. Thomson, W. (1872). Frankland and Lockyer find the yellow prominences to give a very decided bright line not far from D, but hitherto not identified with any terrestrial flame. It seems to indicate a new substance, which they propose to call Helium. Rep. Brit. Assoc. xcix.
8. Ramsay, William (1895). "On a Gas Showing the Spectrum of Helium, the Reputed Cause of D3, One of the Lines in the Coronal Spectrum. Preliminary Note". Proceedings of the Royal Society of London 58: 65–67. doi:10.1098/rspl.1895.0006.
9. Ramsay, William (1895). "Helium, a Gaseous Constituent of Certain Minerals. Part I". Proceedings of the Royal Society of London 58: 80–89. doi:10.1098/rspl.1895.0010.
10. Ramsay, William (1895). "Helium, a Gaseous Constituent of Certain Minerals. Part II--". Proceedings of the Royal Society of London 59: 325–330. doi:10.1098/rspl.1895.0097.
11. (German) Langlet, N. A. (1895). "Das Atomgewicht des Heliums" (in German). Zeitschrift für anorganische Chemie 10 (1): 289–292. doi:10.1002/zaac.18950100130.
12. Weaver, E.R. (1919). "Bibliography of Helium Literature". Industrial & Engineering Chemistry.
13. Munday, Pat (1999). John A. Garraty and Mark C. Carnes. ed. Biographical entry for W.F. Hillebrand (1853–1925), geochemist and US Bureau of Standards administrator in American National Biography. 10-11. Oxford University Press. pp. 808–9; pp. 227–8.
14. van Delft, Dirk (2008). "Little cup of Helium, big Science" (PDF). Physics today: 36–42. http://www-lorentz.leidenuniv.nl/history/cold/VanDelftHKO_PT.pdf Αρχειοθετήθηκε (https://web.archive.org/web/20080625064354/http://www-lorentz.leidenuniv.nl/history/cold/VanDelftHKO_PT.pdf) 2008-06-25 στο Wayback Machine.. Retrieved 2008-07-20.
15. Coldest Cold". Time Inc.. 1929-06-10. <http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,751945,00.html> Αρχειοθετήθηκε (<https://web.archive.org/web/20130721134040/http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,751945,00.html>) 2013-07-21 στο Wayback Machine.. Retrieved 2008-07-27.
16. Kapitza, P. (1938): "Viscosity of Liquid Helium below the λ-Point". Nature 141: 74. doi:10.1038/141074a0.
17. Osheroff, D. D.; R.C. Richardson, D.M. Lee (1972). "Evidence for a New Phase of Solid He3". Phys. Rev. Lett., 28 (14): 885–888. doi:10.1103/PhysRevLett.28.885.
18. Emsley, John (2001). *Nature's Building Blocks*. Oxford: Oxford University Press. σελίδες 175–179. ISBN 0-19-850341-5.
19. McFarland, D. F. (1903). «Composition of Gas from a Well at Dexter, Kan». Transactions of the Kansas Academy of Science 19: 60–62. doi:10.2307/3624173 (<https://dx.doi.org/10.2307%2F3624173>).



20. «The Discovery of Helium in Natural Gas» (<https://web.archive.org/web/20060520213956/http://acswebcontent.acs.org/landmarks/landmarks/helium/helium.html>). American Chemical Society. 2004. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://acswebcontent.acs.org/landmarks/landmarks/helium/helium.html>) στις 20 Μαΐου 2006. Ανακτήθηκε στις 20 Ιουλίου 2008.
21. Cady, H.P.; McFarland, D. F. (1906). «Helium in Natural Gas». *Science* **24** (611): 344. doi:10.1126/science.24.611.344 (<https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.24.611.344>). PMID 17772798 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17772798>).
22. Cady, H.P.; McFarland, D. F. (1906). «Helium in Kansas Natural Gas». *Transactions of the Kansas Academy of Science* **20**: 80–81. doi:10.2307/3624645 (<https://dx.doi.org/10.2307%2F3624645>).
23. Clifford A. Hampel (1968). *The Encyclopedia of the Chemical Elements*. New York: Van Nostrand Reinhold. σελίδες 256–268. ISBN 0-442-15598-0.
24. Emme, Eugene M. comp., επιμ. (1961). «Aeronautics and Astronautics Chronology, 1920–1924» (<https://web.archive.org/web/20190714112810/https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/Timeline/1920-24.html>). *Aeronautics and Astronautics: An American Chronology of Science and Technology in the Exploration of Space, 1915–1960*. Washington, D.C.: NASA. σελίδες 11–19. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/Timeline/1920-24.html>) στις 14 Ιουλίου 2019. Ανακτήθηκε στις 20 Ιουλίου 2008.
25. Hilleret, N. (1999). «Leak Detection». Στο: S. Turner, επιμ. *CERN Accelerator School, vacuum technology: proceedings: Scanticon Conference Centre, Snekersten, Denmark, 28 May – 3 June 1999* (<http://doc.cern.ch/yellowrep/1999/99-05/p203.pdf>) (PDF). Geneva, Switzerland: CERN. σελίδες 203–212. «At the origin of the helium leak detection method was the Manhattan Project and the unprecedented leak-tightness requirements needed by the uranium enrichment plants. The required sensitivity needed for the leak checking led to the choice of a mass spectrometer designed by Dr. A.O.C. Nier tuned on the helium mass.»
26. Williamson, John G. (1968). «Energy for Kansas». *Transactions of the Kansas Academy of Science* (Kansas Academy of Science) **71** (4): 432–438. doi:10.2307/3627447 (<https://dx.doi.org/10.2307%2F3627447>).
27. «Conservation Helium Sale» (<http://edocket.access.gpo.gov/2005/pdf/05-20084.pdf>) (PDF). *Federal Register* **70** (193): 58464. 2005-10-06. <http://edocket.access.gpo.gov/2005/pdf/05-20084.pdf>. Ανακτήθηκε στις 2008-07-20.
28. Stwertka, Albert (1998). *Guide to the Elements: Revised Edition*. New York; Oxford University Press, p. 24. ISBN 0-19-512708-0
29. Helium Privatization Act of 1996 Pub.L. 104-273 (<https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-104publ273/content-detail.html>)
30. «Executive Summary» (<https://web.archive.org/web/20050502174348/http://www.nap.edu/openbook/0309070384/html/index.html>). nap.edu. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://www.nap.edu/openbook/0309070384/html/index.html>) στις 2 Μαΐου 2005. Ανακτήθηκε στις 20 Ιουλίου 2008.
31. Mullins, P.V.· Goodling, R. M. (1951). *Helium* (<http://digicoll.library.wisc.edu/cgi-bin/EcoNatRes/EcoNatRes-idx?type=div&did=ECONATRES.MINYB1949.PVMULLINS&isize=text>). Bureau of Mines / Minerals yearbook 1949. σελίδες 599–602. Ανακτήθηκε στις 20 Ιουλίου 2008.
32. «Helium End User Statistic» (<https://minerals.usgs.gov/ds/2005/140/helium-use.pdf>) (PDF). U.S. Geological Survey. Ανακτήθηκε στις 20 Ιουλίου 2008.
33. Smith, E.M.; Goodwin, T.W.; Schillinger, J. (2003). «Challenges to the Worldwide Supply of Helium in the Next Decade» (<https://web.archive.org/web/20080625064356/https://www.airproducts.com/NR/rdonlyres/E44F8293-1CEE-4D80-86EA-F9815927BE7E/0/ChallengestoHeliumSupply111003.pdf>) (PDF). *Advances in Cryogenic Engineering*. 49 A (710): 119–138. doi:10.1063/1.1774674 (<https://dx.doi.org/10.1063%2F1.1774674>). Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<https://www.airproducts.com/NR/rdonlyres/E44F8293-1CEE-4D80-86EA-F9815927BE7E/0/ChallengestoHeliumSupply111003.pdf>) στις 2008-06-25. <https://web.archive.org/web/20080625064356/https://www.airproducts.com/NR/rdonlyres/E44F8293-1CEE-4D80-86EA-F9815927BE7E/0/ChallengestoHeliumSupply111003.pdf>. Ανακτήθηκε στις 2008-07-20.

34. Kaplan, Karen H. (June 2007). «Helium shortage hampers research and industry» (https://web.archive.org/web/20081204105912/http://ptonline.aip.org/journals/doc/PHTOAD-ft/vol_60/iss_6/31_1.shtml). *Physics Today* (American Institute of Physics) **60** (6): σελ. 31–32. doi:10.1063/1.2754594 (<https://dx.doi.org/10.1063%2F1.2754594>). Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (http://ptonline.aip.org/journals/doc/PHTOAD-ft/vol_60/iss_6/31_1.shtml) στις 2008-12-04. https://web.archive.org/web/20081204105912/http://ptonline.aip.org/journals/doc/PHTOAD-ft/vol_60/iss_6/31_1.shtml. Ανακτήθηκε στις 2008-07-20.
35. Basu, Sourish (October 2007). «Updates: Into Thin Air» (https://web.archive.org/web/20081206032004/http://www.sciamdigital.com/index.cfm?fa=Products.ViewIssuePreview&ARTICLEID_CHAR=E0D18FB2-3048-8A5E-104115527CB01ADB). *Scientific American* (Scientific American, Inc.) **297** (4): σελ. 18. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (http://www.sciamdigital.com/index.cfm?fa=Products.ViewIssuePreview&ARTICLEID_CHAR=E0D18FB2-3048-8A5E-104115527CB01ADB) στις 2008-12-06. https://web.archive.org/web/20081206032004/http://www.sciamdigital.com/index.cfm?fa=Products.ViewIssuePreview&ARTICLEID_CHAR=E0D18FB2-3048-8A5E-104115527CB01ADB. Ανακτήθηκε στις 2008-08-04.
36. Watkins, Thayer. «The Old Quantum Physics of Niels Bohr and the Spectrum of Helium: A Modified Version of the Bohr Model» (<https://web.archive.org/web/20090526074018/http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/helium.htm>). San Jose State University. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/helium.htm>) στις 2009-05-26. <https://web.archive.org/web/20090526074018/http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/helium.htm>. Ανακτήθηκε στις 2011-12-12.
37. Για την ακρίβεια, η άπωση από το άλλο ηλεκτρόνιο εξουδετερώνει μέρος της έλξης του πυρήνα για το κάθε ηλεκτρόνιο.

Πηγές

- Greenwood N.N. and Earnshaw A.: *Chemistry of the elements*, 2nd ed., Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 1997
- Μία σελίδα με πληροφορίες για τα πρόσθετα τροφίμων (<http://www.food-info.net/gr/e/e939.htm>)

Εξωτερικοί σύνδεσμοι

-  Πολυμέσα σχετικά με το θέμα Helium στο Wikimedia Commons
-  Λεξιλογικός ορισμός του ήλιο στο Βικιλεξικό

Ανακτήθηκε από "<https://el.wikipedia.org/w/index.php?title=Ήλιο&oldid=10959514>"